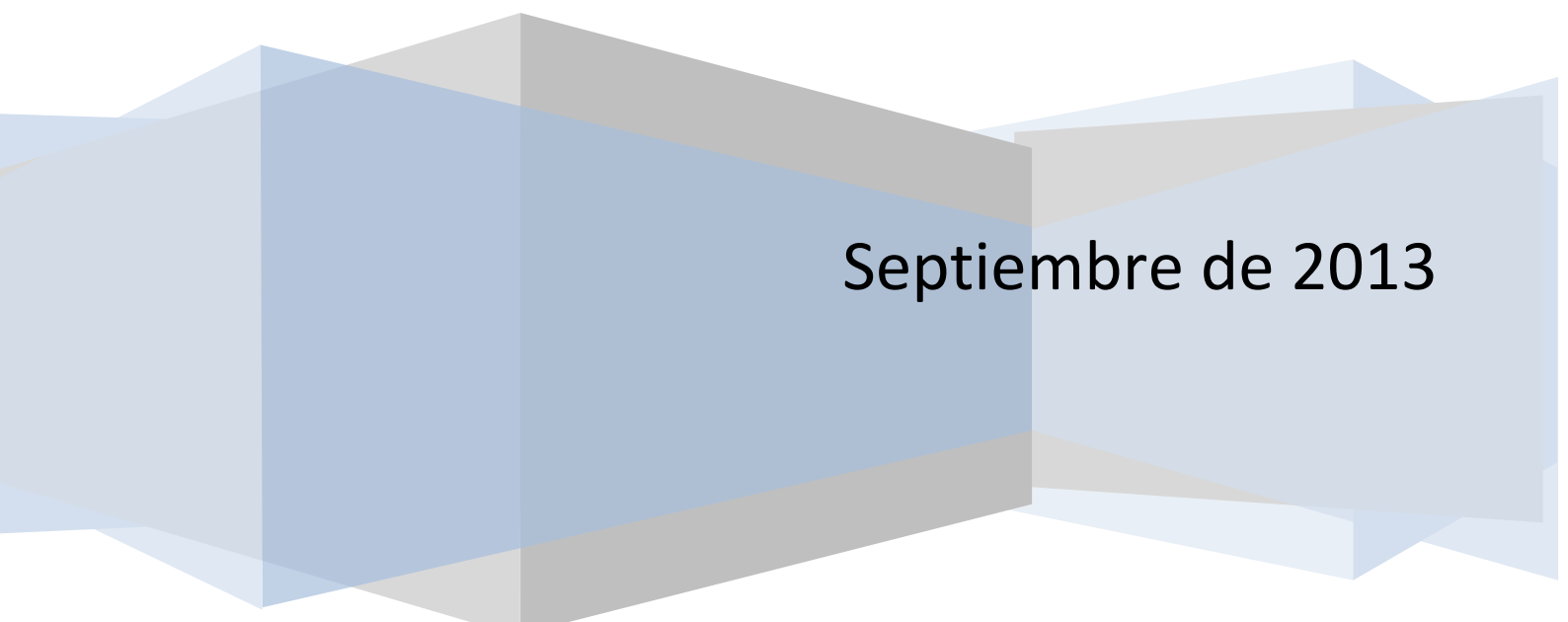


Diseño de los sistemas de comunicación en plantas de exploración y producción de hidrocarburos

Diseño de instalaciones y equipamiento de comunicación

Gonzalo Monreal Matilla



Septiembre de 2013

Datos del Proyecto Fin de Carrera

Tema: Diseño de instalaciones y equipamiento de comunicación

Título: Diseño de sistemas de comunicación en plantas de producción y exploración de hidrocarburos.

Autor: Gonzalo Monreal Matilla

Titulación: Ingeniería Técnica en Telecomunicación, especialidad en sonido e imagen (Plan 2000).

Tutor: Pedro García del Pino

Departamento: Departamento de ingeniería audiovisual y comunicaciones (DIAC)

Tribunal

Presidente: Jorge Luis Bonache Pérez

Vocal: Pedro García del Pino

Vocal Secretario: Martina Eckert

Fecha de lectura: 27 de septiembre de 2013

Resumen del Proyecto Fin de Carrera

‘Diseño de los sistemas de comunicación en plantas de exploración y producción de hidrocarburos’

Las plantas industriales de exploración y producción de petróleo y gas disponen de numerosos sistemas de comunicación que permiten el correcto funcionamiento de los procesos que tienen lugar en ella así como la seguridad de la propia planta. Para el presente Proyecto Fin de Carrera se ha llevado a cabo el diseño del sistema de megafonía PAGA (*Public Address and General Alarm*) y del circuito cerrado de televisión (CCTV) en la unidad de procesos *Hydrocracker* encargada del craqueo de hidrógeno.

Partiendo de los requisitos definidos por las especificaciones corporativas de los grupos petroleros para ambos sistemas, PAGA y CCTV, se han expuesto los principios teóricos sobre los que se fundamenta cada uno de ellos y las pautas a seguir para el diseño y demostración del buen funcionamiento a partir de software específico. Se ha empleado las siguientes herramientas software: EASE para la simulación acústica, PSpice para la simulación eléctrica de las etapas de amplificación en la megafonía; y JVSG para el diseño de CCTV.

La sonorización tanto de las unidades como del resto de instalaciones interiores ha de garantizar la inteligibilidad de los mensajes transmitidos. La realización de una simulación acústica permite conocer cómo va a ser el comportamiento de la megafonía sin necesidad de instalar el sistema, lo cual es muy útil para este tipo de proyectos cuya ingeniería se realiza previamente a la construcción de la planta. Además se comprueba el correcto diseño de las etapas de amplificación basadas en líneas de alta impedancia o de tensión constante (100 V).

El circuito cerrado de televisión (CCTV) garantiza la transmisión de señales visuales de todos los accesos a las instalaciones y unidades de la planta así como la visión en tiempo real del correcto funcionamiento de los procesos químicos llevados a cabo en la refinería. El sistema dispone de puestos de control remoto para el manejo y gestión de las cámaras desplegadas; y de un sistema de almacenamiento de las grabaciones en discos duros (RAID-5) a través de una red SAN (*Storage Area Network*).

Se especifican las diferentes fases de un proyecto de ingeniería en el sector de E&P de hidrocarburos entre las que se destaca: propuesta y adquisición, reunión de arranque (KOM, *Kick Off Meeting*), estudio in situ (*Site Survey*), plan de proyecto, diseño y documentación, procedimientos de pruebas, instalación, puesta en marcha y aceptaciones del sistema. Se opta por utilizar terminología inglesa dado al ámbito global del sector.

En la última parte del proyecto se presenta un presupuesto aproximado de los materiales empleados en el diseño de PAGA y CCTV.

Summary

'Design if the integrated communications for Oil and Gas plants'

Integrated communications for Oil and Gas allows reducing risks, improving productivity, reducing costs, and countering threats to safety and security. Both PAGA system (Public Address and General Alarm) and Closed Circuit Television have been designed for this project in order to ensure a reliable security of an oil refinery.

Based on the requirements defined by corporate specifications for both systems (PAGA and CCTV), theoretical principles have been presented as well as the guidelines for the design and demonstration of a reliable design. The following software has been used: EASE for acoustic simulation; PSpice for simulation of the megaphony amplification loops; and JVSG tool for CCTV design.

Acoustic for both the units and the other indoor facilities must ensure intelligibility of the transmitted messages. An acoustic simulation allows us to know how will be the performance of the PAGA system without installing loudspeakers, which is very useful for this type of project whose engineering is performed prior to the construction of the plant. Furthermore, it has been verified the correct design of the amplifier stages based on high impedance lines or constant voltage (100 V).

Closed circuit television (CCTV) ensures the transmission of visual signals of all access to facilities as well as real-time view of the proper functioning of chemical processes carried out at the refinery. The system has remote control stations for the handling and management of deployed cameras. It is also included a storage system of the recordings on hard drives (RAID - 5) through a SAN (Storage Area Network).

Phases of an engineering project in Oil and Gas are defined in the current project. It includes: proposal and acquisition, kick-off meeting (KOM), Site Survey, project plan, design and documentation, testing procedures (SAT and FAT), installation, commissioning and acceptance of the systems.

Finally, it has been presented an estimate budget of the materials used in the design of PAGA and CCTV.

Agradecimientos

A mis padres, Miguel y Carmen, a mis hermana Ana y Marta, y a mi abuela Feli; por su apoyo incondicional.

A mis compañeros de Alcatel-Lucent, Pedro, Paloma, Sergio, José Luis, Clara y Rodrigo; sin los cuales este proyecto no hubiera podido ser posible.

A mis compañeros de piso Raquel y Domingo por aguantarme estos seis años de carrera.

Y a mis amigos de Valladolid y de Móstoles; por estar siempre ahí.

Muchas gracias a todos.

Índice

1.	Introducción	11
1.1	Objetivos	11
1.2	Sistemas de comunicación en E&P de hidrocarburos.....	12
1.3	Requisitos de los sistemas a implementar	15
	Public Address and General Alarm.....	15
	CCTV	16
	Generales	17
2.	Public Address and General Alarm (PA/GA).....	19
2.1	Sistema de megafonía.....	19
2.2	Señales de emergencia.....	20
2.3	Equipamiento	21
	Unidad o nodo central.....	21
	Unidades de acceso.....	23
	Interfonos.....	24
	Amplificadores	24
	Altavoces	25
	Sirenas y balizas.....	26
	Cajas de conexionado.....	26
2.4	Distribución del sonido en líneas de 100 V	27
2.5	Arquitectura del PAGA	29
	Descentralización	29
	Etapas de amplificación.....	31
2.6	Estudio de cobertura – Simulación con EASE.....	33
2.6.1	Parámetros acústicos	33
	Tiempo de Reverberación	33
	SPL Directo	34
	SPL Total	35
	Relación Directo/Reverberante.....	35
	Inteligibilidad – STI	36
2.6.2	Simulación de interiores – Edificio de Control	38
	Modelo	38
	Parámetros de la simulación	41

Resultados.....	42
2.6.3 Simulación de exteriores – Unidad Hydrocraker	47
Modelo.....	47
Parámetros de la simulación.....	48
Resultados.....	49
2.6.4 Conclusiones de la simulación acústica	54
2.7 Simulación de las etapas de amplificación	55
2.7.1 Fundamentos teóricos	55
2.7.2 Simulación en PSpice	57
2.7.3 Conclusiones etapas de amplificación	60
3. Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)	63
3.1 Descripción del sistema CCTV	63
3.2 Fundamentos teóricos para el sistema CCTV.....	65
3.2.1 Cámaras de vídeo.....	65
Objetivo – Sistema de lentes	65
Bloque óptico	67
Sensores.....	68
Procesadores.....	69
Codificadores	69
3.2.2 Compresión MPEG-4	70
3.2.3 Almacenamiento de grabaciones.....	71
3.2.4 Transmisión de vídeo	73
Unicast	73
Multicast	74
3.3 Equipamiento.....	75
Unidad Central – Digital Video Manager (DVM).....	75
Servidor para la base de datos (DVM Database Server).....	75
Servidor para las cámaras de vídeo – DVM Camera Server.....	75
Array de discos duros para almacenamiento	76
Switches de distribución	76
Workstation	77
Mando de control	77
Cámaras de vídeo.....	77

Fuentes de alimentación.....	78
Codificadores MPEG-4.....	78
Cajas de conexiónado – Junction boxes.....	79
Transmisor y receptor de fibra óptica.....	79
Convertidores de medio.....	80
3.4 Arquitectura del sistema CCTV.....	81
3.5 Diseño de CCTV para la unidad <i>Hydrocracker</i>	86
3.5.1 Distribución preliminar de cámaras.....	86
3.5.2 Estudio de viabilidad	87
3.5.3 Listado de cámaras.....	89
3.5.4 Ancho de banda y espacio en disco	90
3.5.5 Unidades de almacenamiento en disco – RAID 5.....	91
3.6 Conclusiones del diseño CCTV.....	93
4. Fases del proyecto de ingeniería.....	97
4.1 Propuesta y adquisición	97
4.2 <i>KOM</i> y <i>Site Survey</i>	98
4.3 Plan de proyecto	98
4.4 Diseño de ingeniería y documentación.....	100
4.5 Autorizaciones de envío y pruebas FAT	103
4.6 Instalación y puesta en marcha.....	103
4.7 Aceptaciones y pruebas SAT	103
5. Presupuesto	105
6. Conclusiones.....	107
Trabajos futuros	108

Índice de Figuras

Figura 1. Comunicaciones para el sector de hidrocarburos.....	13
Figura 2. DS-6 PA-Control de dos canales.	21
Figura 3. Switch Fast Ethernet.....	22
Figura 4. Adaptador analógico (arriba, vista anterior; abajo, vista posterior).....	22
Figura 5. Fuente de alimentación, 3 x 230 V AC / 48 V DC 66 A	23
Figura 6. Unidad de acceso digital MTSD DS-6 (Neumann Elektronik)	23
Figura 7. Interfono industrial, WFD-Ex Call Station propio de Neumann Elektronik.	24
Figura 8. Amplificador de dos canales de 250 W respectivamente, fabricado por Neumann Elektronik.	24
Figura 9. De izq. a dcha., altavoz de rejilla, altavoz de 25 W y altavoz <i>Ex-proof</i> de 25 W, todos ellos para línea de 100 V.....	26
Figura 10. Sirena y baliza respectivamente.....	26
Figura 11. Distribución del sonido en alta impedancia, líneas de 100V.....	28
Figura 12. Sistema PA/GA centralizado, situación de fallo del nodo central.....	29
Figura 13. Sistema PA/GA descentralizado.	30
Figura 14. Nodo simple DS-6.....	31
Figura 15. Etapa de amplificación basada en bucle.	32
Figura 16. Modelo en EASE de la Sala de Control (<i>Véase versión en CAD disponible en el Anexo 2</i>)	38
Figura 17. Coeficientes de absorción de los materiales empleados.	40
Figura 18. Diagrama polar común para los dos modelos de altavoces empleados en la simulación.	40
Figura 19. Nivel de ruido en el interior de edificios de planta.	41
Figura 20. Representación sobre planta del SPL Directo en el edificio de control.	43
Figura 21. Distribución frecuencial del SPL Directo en el edificio de control.	43
Figura 22. Porcentajes de área cubierta por los correspondientes niveles de SPL Directo en el edificio de control.	43
Figura 23. Representación sobre planta del SPL Total en el edificio de control.	44
Figura 24. Distribución frecuencial del SPL Total en el edificio de control.	44
Figura 25. Porcentajes de área cubierta por los correspondientes niveles de SPL Total en el edificio de control.	44
Figura 26. Porcentajes de área con las correspondientes relaciones DR en el edificio de control. .	45
Figura 27. Representación sobre planta del STI en el edificio de control.....	46
Figura 28. Porcentajes de área cubierta por los correspondientes niveles de STI en el edificio de control.	46
Figura 29. Modelo en EASE de la unidad <i>Hydrocracker</i> (<i>Véase versión en CAD en el Anexo 2</i>).....	47
Figura 30. Coeficientes de absorción, según frecuencias, correspondientes a la tierra.....	48
Figura 31. Diagrama polar del altavoz de exterior empleado en la simulación de EASE.....	48
Figura 32. Nivel de ruido en exteriores de la planta.	49
Figura 33. Representación sobre planta del SPL Directo en la unidad <i>Hydrocracker</i> para ambos sistemas operando simultáneamente.....	50

Figura 34. Distribución frecuencial del SPL Directo en la unidad <i>Hydrocracker</i> para ambos sistemas operando simultáneamente.	50
Figura 35. Porcentajes de área cubierta por los correspondientes niveles de SPL Directo en la unidad <i>Hydrocracker</i> para ambos sistemas operando simultáneamente.	50
Figura 36. Representación sobre planta del SPL Total en la unidad <i>Hydrocracker</i> para ambos sistemas operando simultáneamente.	51
Figura 37. Porcentajes de área cubierta por los correspondientes niveles de SPL Total en la unidad <i>Hydrocracker</i> para ambos sistemas operando simultáneamente.	51
Figura 38. Nivel de presión sonora total a la frecuencia de 1000 Hz trabajando cada bucle independientemente.	52
Figura 39. Representación gráfica de la primera (izquierda) y segunda (derecha) leyes de Kirchhoff.....	56
Figura 40. Circuito eléctrico equivalente de un altavoz conectado por dos.....	56
Figura 41. Tensiones sobre las cargas (altavoces) que conforman el bucle 1.	58
Figura 42. Tensiones sobre las cargas (altavoces) que conforman el bucle 2.	59
Figura 43. Señal de vídeo compuesto con niveles de referencia y valores del IRE indicados.	68
Figura 44. Diagrama de la estructura de una red de almacenamiento SAN (<i>Storage Area Network</i>).	73
Figura 45. Diagrama de transmisión <i>unicast</i> y <i>multicast</i> en la que se aprecia las señales que salen de los servidores, cómo se distribuyen por los distintos <i>routers</i> que conforman la red (cilindros amarillos) hasta llegar a los usuarios.	74
Figura 46. Servidor <i>Dell™ PowerEdge™ R710</i> (izquierda) y módulo de almacenamiento en discos duros <i>Dell™ PowerVault™ MD1000</i> (derecha).	76
Figura 47. Mando de control remoto para las cámaras de vídeo (modelo <i>UltraKey</i> de Honeywell).	77
Figura 48. Cámara de techo para interiores (a), colgante para exteriores (b) y para zonas con clasificación ATEX (c).....	78
Figura 49. Codificador MPEG-4 <i>Axis 241S Video Server</i>	79
Figura 50. Modelos de transmisor (izquierda) y de receptor (derecha) de fibra óptica.	80
Figura 51. Modelo de conversor de Ethernet (par trenzado de cobre) a fibra óptica.....	80
Figura 52. Diagrama de conexiones entre los diferentes equipos que componen la unidad central DVM.	82
Figura 53. Diagrama del enlace por fibra entre la cámara y el codificador MPEG-4 para zonas con clasificación ATEX.	83
Figura 54. Diagrama de bloques del sistema CCTV.....	85
Figura 55. Modelo de la unidad <i>Hydrocracker</i> en la herramienta JVSG.	87
Figura 56. Señal de vídeo entregada por diferentes cámaras. El número en la esquina inferior izquierda de cada pantalla indica de qué cámara se toma la señal.....	88
Figura 57. Imagen dada por la cámara 6 con enfoque mínimo ($f=4,1$ mm, izquierda) y enfoque máximo ($f=73,8$ mm, derecha) en el que se aprecia a la persona del fondo.	89
Figura 58. Configuración RAID-5 en la que cada disco dispone de datos de paridad (P).	91
Figura 59. Diagrama de Gantt con las fases propias a un proyecto de comunicaciones en el sector de E&P de hidrocarburos.	99

Abreviaturas y Acrónimos

ACS	: Access Control System
AGC	: Automatic Gain Control (cámaras)
ALCons	: Articulation Loss of Consonants
ATA	: Advanced Technology Attachment
ATEX	: Atmósferas Explosivas
CAC	: Ceiling Attenuation Coefficient
CCD	: Charged Coupled Display
CCTV	: Closed Circuit Television, circuito cerrado de televisión
dB	: Decibelio
dba	: Decibelio en ponderación A
DVM	: Digital Video Manager
DVR	: Digital Video Recorder
E&P	: Exploración y Producción
Ex	: ATEX, explosivo
FAT	: Factory Acceptance Tests
FPS	: Frames Per Second
GA	: General Alarm
GB	: Giga Bytes
GNL	: Gas Natural Licuado
GLP	: Gas Licuado del Petróleo
GPA	: General Platform Alarm
HD	: High Definition
HLD	: High Level Design
HTTP	: Hyertext Transfer Protocol
Hz	: Herzios
IDS	: Intrusion Detection System
IP	: Ingress Protection, índice de protección
IP	: Internet Protocol
KOM	: Kick-Off Meeting
LAN	: Local Area Network
LLD	: Low Level Design
MB	: Mega Bytes
MPEG	: Motion Picture Experts Group
MTF	: Modulation Transfer Function, función de transferencia de modulación
NIC	: Network Interface Card
NRC	: Noise Reduction Coefficient, coeficiente de reducción Sonora
NTP	: Network Time Protocol
NTS	: Not To Scale, sin escala (planos)
PA/GA	: Public Address and General Alarm
POB	: Personnel On Board

PTZ	: Pan/Tilt/Zoom
QoS	: Quality of Service
RAID	: Redundant Array of Independent Disks
RASTI	: Rapid STI
RFI	: Request for Information
RFQ	: Request for Quotation
RFP	: Request for Proposal
SAN	: Storage Area Network
SAT	: Site Acceptance Tests
SCADA	: Supervisory Control and Data Acquisition (Supervision, Control y Adquisición de Datos)
SCSI	: Small Computer System Interface
SDI	: Serial Digital Interface, señal digital de vídeo
SDTV	: Standard Definition Television
SNR	: Signal/Noise Ratio, relación señal/ruido
SPL	: Sound Pressure Level, nivel de presión sonora
STI	: Speech Transmission Index, índice de transmisión del habla
TB	: Tera Byte
TCP	: Transmission Control Protocol
TDR	: True Day Night
THD	: Total Harmonic Distortion, distorsión armónica
UPS	: Uninterruptible Power Supply, fuente de alimentación ininterrumpida
UTP	: Unshielded twisted pair, cable de par trenzado para telecomunicaciones
VDDL	: Vendor Data and Drawing List

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objeto el estudio y diseño de algunos de los sistemas de comunicaciones instalados en plantas de E&P de hidrocarburos, y que están dentro del ámbito profesional de un ingeniero técnico de telecomunicación especializado en sonido e imagen.

Los sistemas que entran dentro del alcance del proyecto son:

- Sistema de megafonía PA/GA (*Public Address and General Alarm*) para la difusión de alarmas y anuncios en una planta industrial.
- CCTV (*Closed-Circuit Television*), videovigilancia para la seguridad de la planta.

1.1 Objetivos

Los objetivos principales del Proyecto Fin de Carrera “Diseño de los sistemas de comunicación en plantas de exploración y producción de hidrocarburos” se enumeran a continuación:

- Estudio del sistema de megafonía PA/GA en una planta de E&P de hidrocarburos.
- Diseño del PA/GA: unidades centrales y cobertura acústica tanto en interiores como en exteriores.
- Utilización de herramientas necesarias para el diseño del sistema PA/GA: simulación acústica (EASE) y simulación eléctrica de las etapas de amplificación (PSpice) para el cálculo de las pérdidas ocasionadas en la transmisión de la señal.
- Estudio y diseño de un sistema de CCTV
- Corroborar mediante el uso de la herramienta de diseño de CCTV ‘JVSG’ el dimensionamiento del sistema.
- Dimensionamiento de una red de almacenamiento de grabación de vídeo.
- Identificación de todas las fases de un proyecto en el que se implementen sistemas de comunicación para plantas de E&P de hidrocarburos.
- Estimación aproximada el presupuesto del equipamiento necesario para suministrar servicio de megafonía y CCTV a una unidad de procesamiento de hidrocarburos.

Durante la elaboración del Proyecto Fin de Carrera se hará uso de las herramientas software indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Herramientas para el diseño de los sistemas

Sistema	Herramienta	Uso
PA/GA	EASE	Simulación acústica de exteriores e interiores. Cálculo de parámetros: SPL, STI, ALCons...
PA/GA	PSpice	Cálculo de pérdidas en etapas de amplificación.
CCTV	JVSG	Dimensionamiento de sistema CCTV, en cuanto a cámaras y capacidad de almacenamiento.

Debido a las amplias dimensiones de las refinerías y que estos proyectos son de una gran envergadura, el alcance del presente proyecto para los diferentes sistemas se limitará a:

- Sonorización del edificio de control ubicado en planta.
- Sonorización de una unidad de procado para el craqueo de hidrógeno(*Hydrocracker*) el cual se detallará más adelante.
- Videovigilancia de la unidad *Hydrocracker*.

Para ello, se tomarán como referencia los planos disponibles en el Anexo 2.

Tabla 2. Planos referenciados que pueden consultarse en el Anexo 2

Código	Título
PFC_E&P_001	Refinería. Plano General Planta
PFC_E&P_002	Refinería. Plano General Zona Campamento
PFC_E&P_003	Refinería. Plano Sala de Control (Planta)
PFC_E&P_004	Unidad <i>Hydrocracker</i> . Plano General (Planta)

1.2 Sistemas de comunicación en E&P de hidrocarburos

El sector de hidrocarburos engloba a las empresas dedicadas a la exploración y producción (E&P) de petróleo y gas natural. Las refinerías, plataformas marítimas y pozos de extracción son algunas de las plantas industriales características de este negocio.

El petróleo extraído de los yacimientos viene acompañado generalmente de sedimentos, agua y gas natural, por lo que es necesario construir instalaciones para su separación, producción y almacenamiento. Una vez separados y procesados estos elementos, el petróleo se envía a los tanques de almacenamiento y a los oleoductos/gasoductos que lo transportarán hasta las refinerías o hacia los puertos de exportación.

Estas factorías deben cumplir unos requerimientos muy exigentes en cuanto a seguridad por desarrollarse en entornos industriales muy peligrosos en los que se trabaja con materiales y gases de carácter explosivo, en climas extremos y en localizaciones remotas de difícil acceso y por tanto difícil evacuación. Además, disponen de sistemas de automatización de los procesos y de la maquinaria empleada.

Que se produzca un accidente en una planta de estas características puede acarrear grandes problemas medioambientales, humanos y económicos. Todo ello hace que sea necesario un robusto sistema de comunicaciones que garantice la calidad de los procesos, la seguridad y sea respetable con el medio ambiente.

Las soluciones que ofrecen las empresas de comunicaciones para este sector abarcan numerosos sistemas [1]:

- SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), software para el control y monitorización de los procesos llevados a cabo en la industria.
- Sistemas de seguridad: CCTV (circuito cerrado de televisión), vallado perimetral, detección de intrusos (IDS, *Intrusion Detection System*), controles de accesos (ACS, *Access Control System*) y de personal a bordo (POB, *Personnel on Board*), PA/GA (*Public Address and General Alarm*, sistema de megafonía para mensajería y evacuación), teléfonos hotlines, RFID...
- Comunicaciones inalámbricas: radio UHF o VHF, TETRA, DECT, WiMAX, WiFi...
- Comunicación corporativa: servicio LAN/WAN, internet, telefonía, videoconferencia...
- Centro de control: gestión y control de toda la integración de la red de comunicaciones y seguridad.
- Otros: ayuda de navegación, sistema de entretenimiento, sistema meteorológico...

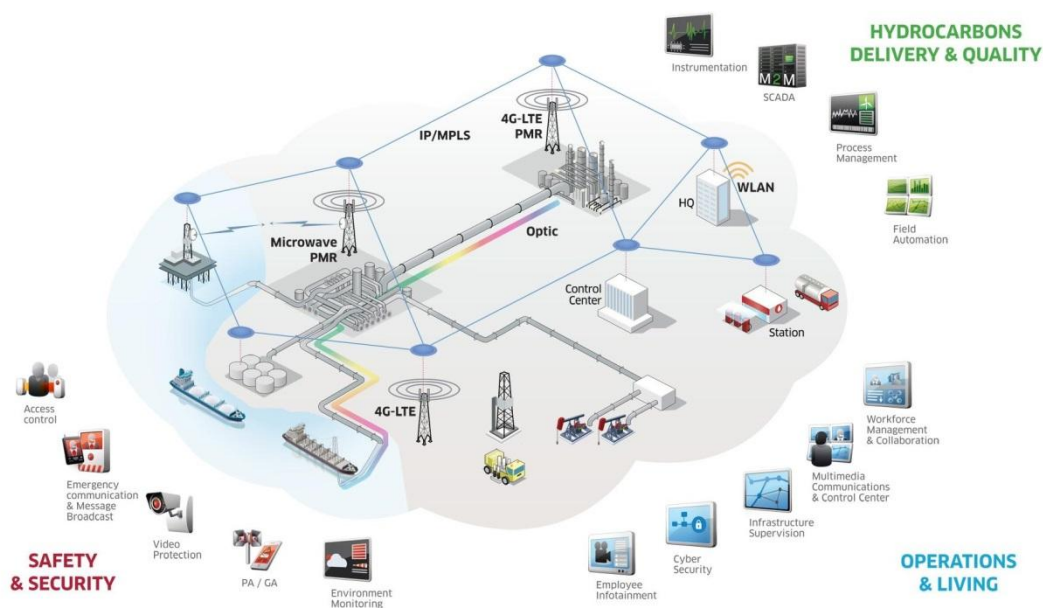


Figura 1. Comunicaciones para el sector de hidrocarburos

En cuanto a las refinerías, estos sistemas se instalarán según las necesidades de cada área, diferenciándose zonas de procesos, almacenamiento, corporativas, residenciales, etc. Dentro de todo el complejo se diferencian dos áreas: planta y campamento. Ambas estarán perfectamente delimitadas, dotadas de un sistema de seguridad perimetral y de anti-intrusión, y estarán distanciadas varios kilómetros una de otra.

En la zona de planta se desarrollará todo el proceso industrial (exploración, producción, almacenamiento...) y además albergará las instalaciones propias para el desarrollo de la actividad industrial y empresarial, tales como: edificio de control, administrativo, de bomberos, caseta de mantenimiento, almacén, salas eléctricas y de telecomunicaciones, caseta de vigilancia...

Dentro de la planta habrá zonas en las que la propia actividad industrial desarrollada en ellas de lugar a atmósferas explosivas debido a la naturaleza combustible de las sustancias que procesan o almacenan. Las instalaciones y equipos eléctricos pueden generar posibles focos de ignición, bien por chispa, arco eléctrico o temperaturas altas, que puedan provocar o elevar el riesgo de incendio o explosión. Por ello, estas zonas serán clasificadas según la frecuencia con que se produzcan atmósferas explosivas y su duración, tal como se recoge en el Anexo 1, donde se detallan las normativas y estándares.

Todos los materiales instalados en estas áreas deberán cumplir con la legislación española Real Decreto 400/1996 [8], transposición de la directiva europea ATEX 94/9/EC [9] relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

Hydrocracker [38] es una de las principales unidades de procesado en una refinería y es donde tiene lugar el craqueo (o *cracking*) de hidrógeno, proceso químico por el cual “se quiebran moléculas de un compuesto produciendo así compuestos más simples” [37]. En ella se toma grandes cantidades de hidrogeno recibidas de la unidad de extracción de hidrógeno. El gas se eleva hasta los 150 bar de presión gracias a enormes compresores. En dicho proceso se incluye la producción de petróleo, fuel para aviones y diesel.

La zona de campamento está planteada para que los trabajadores puedan llevar una vida cotidiana mientras se encuentran en la refinería. Hay que tener en cuenta que la localización de estas factorías suele ser recóndita y los empleados suelen trabajar de forma permanente por periodos de tiempo largos.

Toda el área de campamento está exenta de clasificación ATEX. En el Anexo 2 hay disponible un ejemplo real de un campamento permanente construido en una planta de gas en Bolivia.

Como se puede observar, se trata de grandes extensiones por lo que el dimensionamiento de los sistemas y las conexiones juegan un papel importante en el diseño de los sistemas de telecomunicación.

Todo lo expuesto anteriormente corrobora la necesidad de una empresa integradora que lleve a cabo el diseño y la implementación de todos los servicios de telecomunicación.

Algunas de las empresas con mayor relevancia en el mercado actualmente son: Alcatel-Lucent [5], THALES [6], Tyco [7], etc.

1.3 Requisitos de los sistemas a implementar

A continuación se enumeran las propiedades que han de reunir los diferentes sistemas, así como las condiciones generales de diseño a tener en cuenta en la industria E&P. Se trata de los requisitos corporativos de *Total*, que es uno de los grupos petroleros líderes en el sector energético y químico a nivel mundial. Éstas podrán variar según el cliente y las características propias de cada refinería, pero no serán más restrictivas que las aquí descritas.

Public Address and General Alarm

La sonorización debe cumplir con los siguientes requerimientos [24]:

- Redundancia. El sistema será redundado con el fin de mantener el servicio en caso de un eventual fallo en el sistema de alimentación o la rotura aislada de conexiones. La redundancia se proporciona por medio de un sistema descentralizado de módulos centrales o a través de dobles enlaces de interconexión entre equipos
- Parámetros acústicos.
 - Nivel de presión sonora (SPL):
 - i. La difusión de las **alarmas** ha de garantizar en el área de audiencia un SPL mínimo de **65 dB(A)** y al menos **10 dB(A)** por encima del nivel de ruido. Para habitaciones y oficinas el nivel mínimo puede reducirse a **60 dB(A)** manteniéndose la SNR mínima de **10 dB(A)**.
 - ii. Para **mensajería**, en interiores se debe alcanzar un SPL de al menos **65 dB(A)** y una SNR de **20 dB(A)**. En exteriores, el nivel mínimo será de **75 dB(A)** y se mantendrá la relación señal ruido mínima de **20 dB(A)**.
 - iii. En caso de que coexistan ambas señales, la alarma sonora deberá ser atenuada al menos **15 dB(A)** para asegurar la inteligibilidad del mensaje.
 - Áreas ruidosas:

- i. En áreas donde el nivel de ruido sea superior a **85 dB(A)**, la SNR necesaria se reducirá a **6 dB(A)** para las alarmas y **10 dB(A)** para los anuncios.
 - ii. Aquellas zonas en las que esta SNR no pueda garantizarse debido al ruido ambiente, las señales acústicas se sustituirán por señales o paneles visuales.
- En ningún caso el nivel de presión sonora en el área de audiencia deberá exceder los **115 dB(A)**. El nivel mínimo no deberá ser inferior a 65 dB(A).
- Índices de inteligibilidad:
 - i. El STI (Speech Transmission Index) en la transmisión de mensajes ha de ser igual o mayor a 0,45 en el 90% del área de audiencia. Este valor corresponde a un índice de inteligibilidad aceptable.
 - ii. En áreas ruidosas, bastará con que se cumpla un STI de 0,4 en el 100% del área.
- Capacidad de expansión. La megafonía se dimensionará dejando libre un 20% de la capacidad de los amplificadores en miras a futuras expansiones de la refinería. De la misma forma, los armarios que albergan a los equipos deberán disponer de un 20% de espacio libre.

CCTV

El circuito cerrado de televisión debe cumplir con los siguientes requisitos tomados de las especificaciones específicas para este sistema de la compañía *Total* [25]:

- El sistema de CCTV deberá proporcionar señal visual de las instalaciones donde se desarrollen los procesos químicos propios de las refinerías así como de todos los accesos a la planta y puntos de interés definidos por el cliente.
- Dichas señales de vídeo se monitorizarán en monitores que se encuentren en puestos de control tanto de operarios de planta como de seguridad.
- El circuito cerrado estará integrado con el resto de sistemas de seguridad de la planta. En caso de detección de intrusión en cualquier acceso y/o en el vallado perimetral, el sistema deberá ser capaz de proporcionar señal visual del área donde se produzca el evento. En caso de detección de fuego o gas se comportará del mismo modo que el descrito anteriormente.
- Las grabaciones de vídeo obtenidas de todas las cámaras han de almacenarse durante un periodo de tiempo mínimo de siete días; con resolución mínima de 720x576 correspondiente a una definición estándar y 15 imágenes por segundo.
- El equipo central estará diseñado de forma tanto el rack del sistema como los servidores de almacenamiento queden con un 20% de su capacidad libre para futuras expansiones o posibles cambios a lo largo de la puesta en marcha (fase del proyecto definida en la sección 4.6).

- Las cámaras instaladas para el CCTV cumplirán como mínimo las siguientes especificaciones:
 - Mecanismo PTZ (*Pan-Tilt-Zoom*) con control remoto desde los puestos de control (*workstations*).
 - Sensor de imagen CCD; zoom 10x; iluminación mínima 0,5 lux; control automático de ganancia (AGC); compensación de contraluz (*backlight compensating*); y *Peak White clipping* (circuito en los productos de vídeo profesional en los que se limita la amplitud de la luminancia a 1 V en la señal analógica de salida).
 - Índice de protección IP67.
 - Cada cámara debe proporcionar información alfanumérica concerniente a la señal de vídeo monitorizado: fecha, hora, número de cámara y posible texto descriptivo del área visualizada.
- Las conexiones así como los equipos adicionales necesarios a las cámaras de vídeo irán alojados en cajas de conexionado con el fin de facilitar el acceso a los mismos y su mantenimiento.

Estas especificaciones se irán introduciendo y explicando más adelante en los fundamentos teóricos para el sistema CCTV (ver sección 3.2).

Generales

- Todo el material instalado en zonas con clasificación explosiva deberá cumplir con la normativa vigente 94/9/CE relativa a aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas explosivas.
- Todo el equipamiento de la planta está soportado por un sistema de alimentación ininterrumpida dada la importancia de que nunca se produzca un corte de suministro eléctrico.
- En cuanto al cableado, tanto si éste se despliega en interiores o exteriores, ha de ser apantallado y resistente al fuego. Para exteriores además serán cables armados.
- Introducción de un sistema de puesta a tierra para evitar cualquier voltaje elevado que pueda resultar peligroso para las personas y proteger a los equipos eléctricos y electrónicos.
- Todo el equipamiento deberá disponer de identificación que lo diferencie del resto. Dicha etiqueta estará definida en un plan detallado de etiquetado.

2. PUBLIC ADDRESS AND GENERAL ALARM (PA/GA)

2.1 Sistema de megafonía

El sistema de megafonía se encargará de la difusión de alarmas y anuncios de emergencia en caso de accidente y posible evacuación. También se empleará como medio para transmitir mensajes rutinarios a los trabajadores y personal que se encuentre dentro de las zonas que delimitan la planta.

Puede diferenciarse el sistema GA (*General Alarm*) para la difusión sonora de alarmas y anuncios verbales de emergencia y el sistema PA (*Public Address*) para la emisión de mensajes rutinarios e incluso la transmisión de hilo musical en zonas residenciales. Ambos sistemas son diseñados conjuntamente puesto que la topología de ambos es la misma, siendo las especificaciones del sistema GA mucho más restrictivas que las de PA.

La sonorización de la planta debe dar una completa cobertura que asegure que todas las señales acústicas emitidas sean audibles y los mensajes inteligibles. Esto supone que el nivel de presión sonora de las alarmas debe exceder al menos 10 dB sobre el nivel de ruido, y de 20 dB en caso de los mensajes, tal como viene definido en los requisitos recogidos en el apartado 1.3.

Este sistema será redundante, es decir, estará a su vez dividido en dos subsistemas (A y B) que garanticen independientemente uno del otro la completa sonorización de la planta con los requisitos expuestos anteriormente. De esta manera, en caso de fallo de uno de los dos sistemas, la difusión de los mensajes y las alarmas está garantizada y no supondrá una pérdida del servicio. Esto implica que cada sistema dispondrá de su correspondiente equipamiento central y será distribuido por diferentes bandejas, lo que conlleva además a un aumento del coste del proyecto. Debido a que este incremento del presupuesto puede ser muy alto, el cliente suele definir específicamente esta redundancia.

Con el fin de ofrecer un servicio de megafonía más funcional, el área de la planta se divide en diferentes zonas. El diseño de las etapas de amplificación se hará en función de la distribución de éstas.

Por otro lado, el sistema debe permitir la gestión, control y monitorización por zonas de las alarmas así como de los comunicados (pregrabados o instantáneos). También debe incluirse la integración con el sistema de detección de incendios y/o gas, y según los requisitos de cliente debe admitir la interconexión con el resto de sistemas de seguridad (CCTV, control de accesos...).

2.2 Señales de emergencia

El sistema debe ser capaz de reproducir en caso de alarma un limitado número de señales acústicas, las cuales sean fácilmente identificadas por todo el personal de la planta.

Para la industria de E&P de hidrocarburos, se distinguen tres tipos de alarmas:

- *General Alarm* (GA) o *General Platform Alarm* (GPA, en plataformas marítimas). Alarma general que podrá ser iniciada manualmente desde las unidades de acceso del PA/GA o automáticamente en caso de detección de incendio o escape de gas.
- *Abandon Alarm* o *Prepare to Abandon Platform Alarm* (PAPA, en plataformas). Alarma de evacuación de las instalaciones, accionada manualmente desde las unidades de control del sistema PA/GA.
- *Toxic Gas Alarm* (TGA). Alarma de escape de gas tóxico, iniciada automáticamente desde los puestos de control del sistema.

Estas señales se encuentran estandarizadas en protocolos en los que se asigna distintos tonos y frecuencias para cada una de las emergencias expuestas anteriormente. Los protocolos existentes son: PFEER [10] (Prevention of Fire, Explosion and Emergency Response), NORSOK [11] (Estándar desarrollado por la industria petrolera noruega), IMO (International Maritime Organization) [12] y DNV [13] (Det Norske Veritas). En el Anexo 1 hay disponible información relativa a dichos estándares.

Aquellas zonas en las que, debido a los niveles de ruido producidos por la propia actividad de la industria, no se pueda garantizar la difusión de las alarmas, será necesario la instalación de señales visuales tales como balizas. De la misma forma para todos los puntos de reunión¹.

En caso de emergencia, durante la emisión de mensajes el nivel de presión sonora de la alarma deberá atenuarse en al menos 15 dB para asegurar la inteligibilidad de la señal de voz. Así mismo en zonas residenciales, el sistema de entretenimiento debe conmutar a estado *mute* en caso de alarma.

¹ Sistema de POB (*Personnel on Board*). Existen puntos definidos a lo largo de la planta para el encuentro del personal en caso de emergencia y posible evacuación. El sistema facilita un listado de todos los

2.3 Equipamiento

A continuación se enumeran los equipos principales que componen un sistema de megafonía, tomados como referencia del sistema de intercomunicación DS-6 de *ms Neumann Elektronik GmbH* [2]. Se ha optado por este fabricante ya que tiene presencia a nivel mundial, con proyectos de este ámbito referenciados en diversos países y dispone de equipamiento que cumple con la normativa ATEX.

Se trata de una solución basada en IP que permite una gran flexibilidad de interconexión de equipos, así como la integración con el resto de sistemas de seguridad implementados en la planta. Algunas características pueden variar de unos modelos a otros según fabricantes, pero la funcionalidad en sí ha de ser la misma.

Unidad o nodo central:

Todo el material que permite el procesado, gestión y monitorización del sistema PA/GA se encuentra alojado en *cabinets*² dentro de las salas de control de la planta, permitiendo un fácil acceso a los equipos así como un buen aislamiento y puesta a tierra. Debido a la necesidad de redundancia ya comentada, se requerirá de más de un módulo central. Éste está compuesto por:

- Procesador. Centro neurálgico encargado de recibir, gestionar y direccionar todas las señales del sistema. Entre sus funciones se encuentra la recepción de la señal de alarma y activación automática de la misma, el procesado digital de la señal para conseguir una inteligibilidad más alta y el seguimiento del funcionamiento de los equipos mediante LED.



Figura 2. DS-6 PA-Control de dos canales.

- Switches. Dispositivo digital de interconexión que permite acceder a todos los dispositivos de megafonía y distribuir los datos. Es un elemento esencial para la interconexión con el resto de sistemas.

² *Cabinets*, armarios metálicos destinados a albergar equipo electrónico. Sus medidas en cuanto a anchura están estandarizadas para garantizar la compatibilidad con equipamiento de cualquier fabricante. También puede recibir el nombre de *rack*, armario de telecomunicación, gabinete, etc. Habrá mínimo un *cabinet* destinado para cada sistema de telecomunicación.



Figura 3. Switch Fast Ethernet

- Adaptadores analógicos. Para poder conectar al nodo central algunos equipos, como por ejemplo altavoces e interfonos, es necesario convertir la señal a analógica.



Figura 4. Adaptador analógico (arriba, vista anterior; abajo, vista posterior).

Este adaptador permite la conexión de un máximo de ocho dispositivos. A él se conectarán las estaciones de intercomunicación y los amplificadores que alimentan los circuitos de altavoces.

- Módulos de entrada/salida. Debido al gran número de equipos que alberga el sistema que transmiten/reciben información con distintos protocolos de codificación, es necesario un equipo que sirva de adaptador de todas las distintas interfaces.
- Grabadores de voz. Permite grabar mensajes de voz con una frecuencia de muestreo de 16 kHz y dispone de una memoria EPROM para almacenarlos. Incluyen generadores de tonos para reproducir las alarmas mencionadas en el apartado anterior.
- Panel de monitorización (*workstation*). El sistema DS-6 dispone de un software que permite la configuración, gestión y control del sistema desde una interfaz gráfica. Muestra la configuración y mensajes de texto o señales visuales en caso de caída del sistema, fallo en la alimentación o pérdida de parte del servicio que no garantice la sonorización completa de la planta.

- Fuentes de alimentación. Convierten corriente alterna de 230 V AC que reciben a su entrada en corriente continua de 48 V DC para poder alimentar a dispositivos remotos que no cuenten con propia alimentación eléctrica, como por ejemplo los interfonos. Cada fuente de alimentación dispone de tres salidas pudiendo alimentar de este modo hasta tres equipos. Dispone de un sistema de señalización del sistema para dar aviso en caso de fallo.



Figura 5. Fuente de alimentación, 3 x 230 V AC / 48 V DC 66 A

- Batería de *backup*. El objetivo de esta batería de respaldo es almacenar energía eléctrica para en caso de fallo en la alimentación del sistema, ésta se encargue de suministrar electricidad a la megafonía.

Unidades de acceso:

Consola de control del sistema desde la cual pueden enviarse avisos en tiempo real, previa selección de zona/s. Además, estas unidades permiten el control de las alarmas, pudiéndose accionar y cancelar éstas manualmente. Disponen de una memoria limitada (suele estar en torno a los 16 MB) para almacenar mensajes de voz pregrabados así como guardar el historial de alarmas y anuncios emitidos.



Figura 6. Unidad de acceso digital MTSD DS-6 (Neumann Elektronik)

Constan de altavoz, LEDs indicadores de alarmas y estado, teclas con funciones especiales, teclado numérico y están interconectadas con los interfonos para permitir la comunicación con ellos.

Se encuentran ubicadas en los puestos de control.

Interfonos:

Estaciones de comunicación con las unidades de acceso y entre ellas mismas. Instaladas en puntos neurálgicos de la planta y con una protección especial para asegurar su funcionamiento en ambientes explosivos y corrosivos. Estos equipos están conectados a las unidades centrales de ambos subsistemas, A y B, del PA/GA. Pueden incorporar un amplificador de 25 W y un altavoz auxiliar para permitir la difusión de avisos.

El tipo de protección de los interfonos no debe ser inferior a una clase IP66³. El primer dígito indica que está totalmente protegido contra el acceso a las partes conductoras de tensión y piezas móviles internas, además de contra la penetración de polvo. El segundo corresponde a una protección contra chorros de agua potentes o inundaciones temporales.



Figura 7. Interfono industrial, WFD-Ex Call Station propio de Neumann Elektronik.

Amplificadores:

Elemento principal de las etapas de amplificación del sistema. Se trata de dispositivos electrónicos encargados de aumentar la señal eléctrica distribuida y suministrar la potencia necesaria a las fuentes sonoras.

Equipados con salidas aptas para conexión con líneas de alta impedancia, mediante transformadores de 100 V.



Figura 8. Amplificador de dos canales de 250 W respectivamente, fabricado por Neumann Elektronik.

³ IP, *Ingress Protection*, es un código de dos dígitos que indica el grado de protección de un equipo frente a la penetración de objetos, polvo y agua. El tipo de protección asociado a cada dígito está normalizado en el estándar IEC 60529. Véase Anexo 1.

Características:

- Respuesta en frecuencia: 200 Hz – 10 KHz
- Potencia: 200 – 400 W
- Distorsión armónica (THD%⁴): $\leq 1\%$ operando a máxima potencia
- Relación Señal/Ruido: mínimo 75 dB a potencia máxima

El modelo a instalar ha de incorporar funciones de seguridad como avisos y circuitos de protección térmica, contra sobrecargas de tensión y el cortocircuito en la línea de altavoces.

Altavoces:

Transductor electroacústico que permite la difusión de las alarmas y avisos. Según su localización en la planta y el servicio que al que estén destinados, se instalarán diferentes modelos de altavoces. En todo caso, deben estar equipados con transformadores reductores para trabajar en líneas de alta impedancia o bien permitir la conexión con ellos. Además, han de tener una respuesta plana en el rango de frecuencia 400-6000 Hz.

Distinguimos los siguientes tipos de altavoces:

- Altavoces de media potencia para ser instalados en interiores.

Características:

- Potencia nominal: 6 - 10 W
- Sensibilidad mínima (1 W, 1 m): 106 dB(A)

En zonas residenciales donde el nivel de ruido esperado no es muy alto, pueden suministrarse altavoces de menor potencia.

- Altavoces de alta potencia instalados en exteriores.

Características:

- Potencia nominal: 25 W
- Sensibilidad mínima (1 W, 1 m): 116 dB(A)
- Altavoces *Ex-proof*⁵ de alta potencia instalados en áreas clasificadas. Sus especificaciones eléctricas y acústicas son las mismas que las de un altavoz normal, variando únicamente los materiales con los que están contruidos.

⁴ THD (*Total Harmonic Distorsion*) es un parámetro técnico que indica la distorsión generada cuando en la salida aparecen componentes de frecuencia nuevas que son múltiplos de la frecuencia de entrada.

⁵ *Ex-proof*, término anglosajón con el que se designa a equipos que cumplen con la normativa ATEX, EN 94/9/EC.



Figura 9. De izq. a dcha., altavoz de rejilla, altavoz de 25 W y altavoz *Ex-proof* de 25 W, todos ellos para línea de 100 V.

Sirenas y balizas:

Para aquellas zonas en las que la transmisión de las alarmas y mensajes de voz no estén asegurados debido a un alto nivel de ruido, es necesaria la instalación de bocina. También puede hacerse uso de balizas en vez de las primeras.

En el caso de las sirenas, deben ser capaces de emitir las señales de emergencia expuestas en el apartado 2.2.



Figura 10. Sirena y baliza respectivamente.

Cajas de conexionado:

También conocidas por el término inglés *junction boxes*. Permiten conectar los altavoces a la línea de 100 V de forma sencilla y distribuir la señal por todo el bucle. Se utilizarán cajas con distinto número de conexiones según la cantidad de altavoces que se conecten en cada punto y los caminos a los que haya que distribuir el cable.

Comúnmente para todos los equipos expuestos anteriormente, en aquellas áreas con clasificación de zona peligrosa el material deberá cumplir con la normativa europea ATEX 94/4/EC. En caso de no existir un modelo *Ex-proof*, para un equipo, éste deberá ir albergado dentro de una caja que sí cumpla con la normativa.

2.4 Distribución del sonido en líneas de 100 V

La megafonía de la planta se basará en un sistema de líneas de alta impedancia o de tensión constante [3], sonorización típica llevada a cabo cuando hay que cubrir áreas muy extensas y con un gran número de fuentes sonoras.

La señal de audio se eleva hasta valores en torno a los 100 V a la salida del amplificador, y gracias a que los altavoces presentan a su entrada una alta impedancia, se hace posible que la caída de tensión en éstos sea pequeña y pueda seguir distribuyéndose la señal por toda la línea.

Los altavoces originalmente presentan una baja impedancia a su entrada, por lo que es necesario introducir un transformador reductor antes de cada altavoz para evitar que se saturen en potencia. De esta manera se reduce la tensión que llega a los altavoces, presentándose en conjunto (transformador + altavoz) una alta impedancia a la línea.

Si utilizamos altavoces con transformador integrado, todos los elementos pueden conectarse en paralelo. Cada altavoz toma de la línea de 100 V únicamente la potencia pre-regulada en el transformador. Mediante esta distribución se puede hacer coexistir altavoces de potencia diferente. Esto dota al sistema de una gran versatilidad ya que permite suministrar diferentes potencias a las distintas zonas.

La potencia eléctrica P_L (W) se puede calcular en función de la tensión E (V), aplicada al altavoz por un amplificador de potencia:

$$P_L = \frac{E^2}{Z_L} \quad (1)$$

Siendo Z_L (Ω) la resistencia de entrada al altavoz.

Tabla 3. Impedancia de entrada para distintas combinaciones de tensión y potencia

Tensión / Potencia	25 W	12 W	6 W	3 W
50 V	100 Ω	208 Ω	417 Ω	83 Ω
100 V	400 Ω	833 Ω	1667 Ω	3333 Ω

La potencia total del sistema corresponde a la suma de las potencias individuales de los altavoces.

Tanto el amplificador como los altavoces expuestos en la sección 2.2, referente al equipamiento de megafonía, disponen de los transformadores adecuados para integrarse en una línea de alta impedancia. La potencia que suministran puede ser regulada.

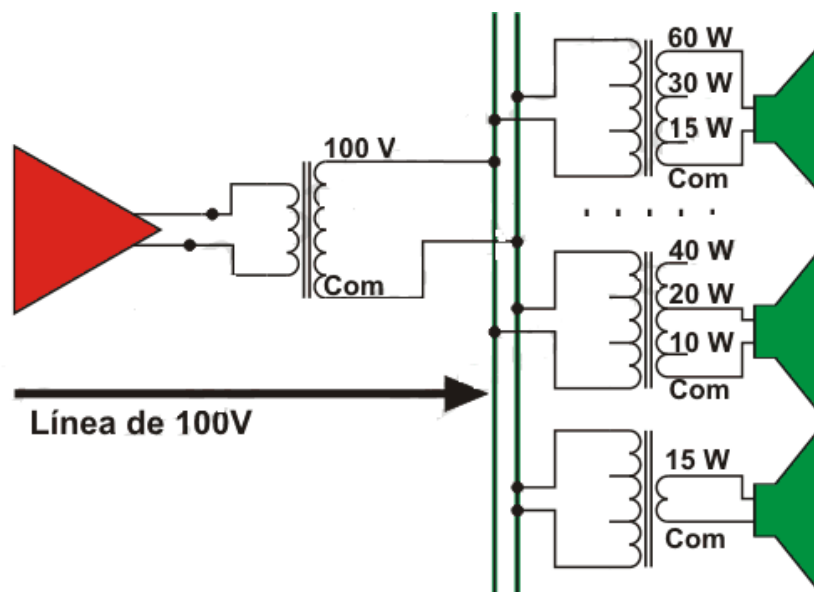


Figura 11. Distribución del sonido en alta impedancia, líneas de 100 V

Con todo esto también se consigue minimizar las pérdidas provocadas por las grandes tiradas de cable.

Las pérdidas del cable son en función de la corriente al cuadrado. Al elevar la tensión que viaja por la línea y elevar la impedancia de entrada del altavoz se reduce considerablemente la corriente distribuida por el cable.

2.5 Arquitectura del PAGA

El sistema DS-6 [2] está basado en tecnología IP y permite una estructura ilimitada de módulos descentralizados. Además, trabaja en zonas explosivas y puede integrarse con otros sistemas de comunicación como telefonía, radio, CCTV, Fire&Gas... que son igualmente implementados en un proyecto de esta categoría.

Descentralización

En un sistema centralizado, en el que sólo haya una unidad central a la cual se conecten todos los dispositivos, un fallo dejaría sin servicio a toda la refinería tal como se muestra en la Figura 12. Asimismo, la cantidad de cable necesario para llegar a todas las zonas de la planta sería muy elevada.

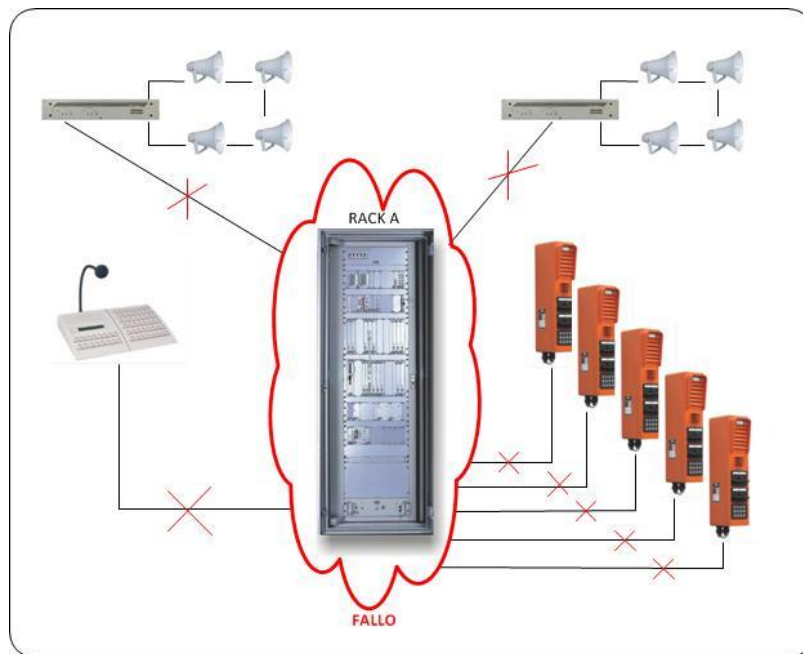


Figura 12. Sistema PA/GA centralizado, situación de fallo del nodo central.

Con el fin de aportar la redundancia requerida, la megafonía se basará en un sistema descentralizado en el que coexistan varios nodos a los cuales se conectan todos los dispositivos, tanto analógicos (por medio de adaptadores) como digitales. De esta forma, no hay una unidad central que controle todo el sistema sino que cada una tiene su propio sistema operativo. Esto permite que en caso de fallo de uno de los nodos, el PAGA siga en funcionamiento utilizándose otro de los subsistemas de respaldo, como se muestra en la Figura 13.

Esta solución, aparte de proporcionar seguridad, es muy útil para el despliegue de megafonías en áreas muy extensas. Al no haber una única unidad central a la que se conecten todos los equipos, éstos se conectarán al nodo que se encuentre más cercano con el consiguiente ahorro de cable.

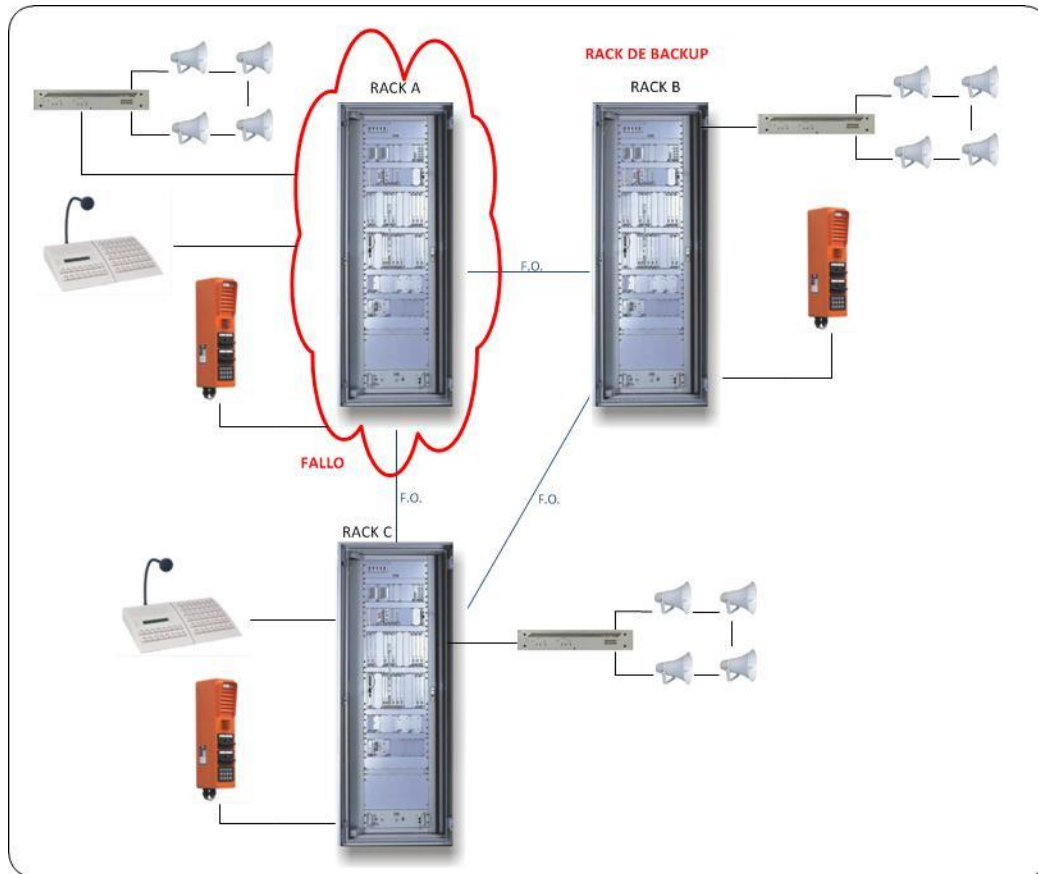


Figura 13. Sistema PA/GA descentralizado.

Para la refinería que tomamos como referencia en este proyecto se desplegarán cuatro nodos:

- Rack Planta A. Unidad completa que dispone de todos los equipos especificados en la sección 0 referente a equipamiento.
- Rack Planta B. Unidad redundada, mismas características que Rack Planta A.
- Rack Planta Simple. Se instalará otro nodo de envergadura más simple, como se aprecia en la Figura 14, para dar servicio a las zonas más alejadas de la refinería y de tal forma hacer un menor uso de cable.
- Rack Campamento. Unidad completa para dar servicio a la zona de campamento. Este rack no será redundado.

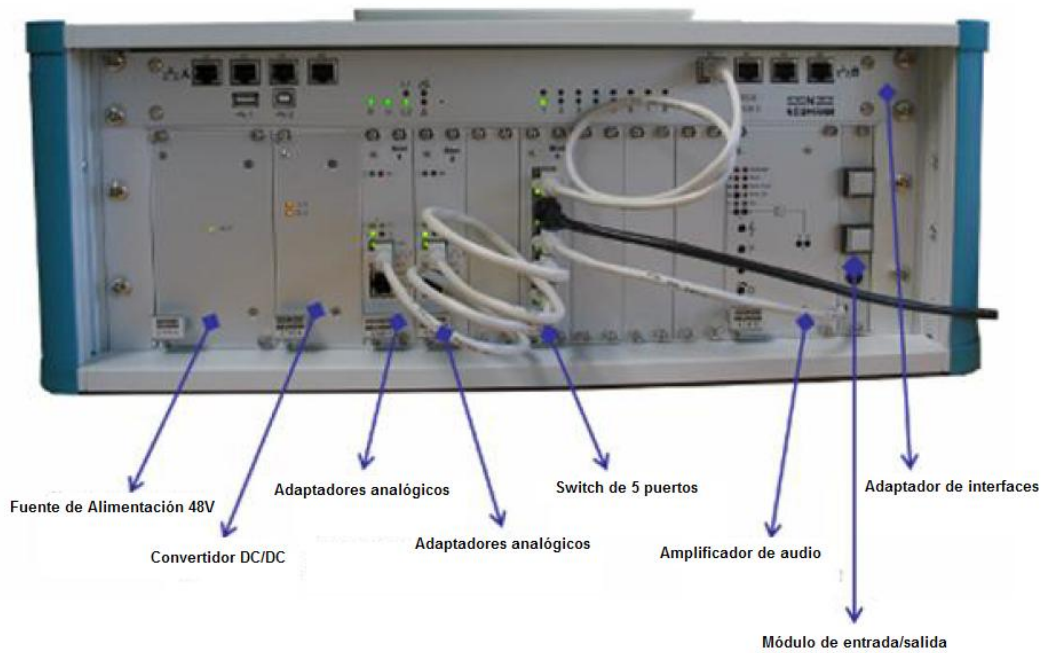


Figura 14. Nodo simple DS-6

Los nodos pueden conectarse entre ellos mediante fibra óptica, par de cobre o a través de redes inalámbricas. En nuestro caso, la conexión entre los racks de planta A y B se realizará por medio de cable de cobre puesto que la distancia al ser corta lo permite. En cambio, la conexión de estos dos nodos con el rack simple de planta y con el de campamento se hará mediante fibra óptica debido a la gran distancia que hay entre ellos.

En el campamento, al existir únicamente un subsistema, la redundancia se conseguirá a través de un doble enlace de fibra óptica con los subsistemas A y B respectivamente. Cada enlace deberá distribuirse por caminos diferentes.

Etapas de amplificación

Una vez definida la descentralización del sistema, se determinará la distribución de los altavoces.

A cada grupo de altavoces se le asignará un amplificador y estarán inscritos dentro de un bucle (Figura 15). De esta forma, se garantiza que ante una rotura del cable todos los altavoces sigan recibiendo la tensión necesaria.

El número de altavoces que compone un bucle estará limitado por la suma de las potencias individuales de cada uno de ellos y teniendo en consideración dejar libre de carga un 20% de la capacidad del amplificador para futuras expansiones y además evitar una posible sobretensión.

Dado que cada área puede precisar de una potencia diferente y que el sistema ha de ser capaz de enviar mensajes de voz distintos a cada zona, las etapas de amplificación se definirán según la zona a la que den cobertura. Esto supone que cada zona debe disponer de al menos un amplificador y éste alimentar a altavoces instalados en una misma zona.

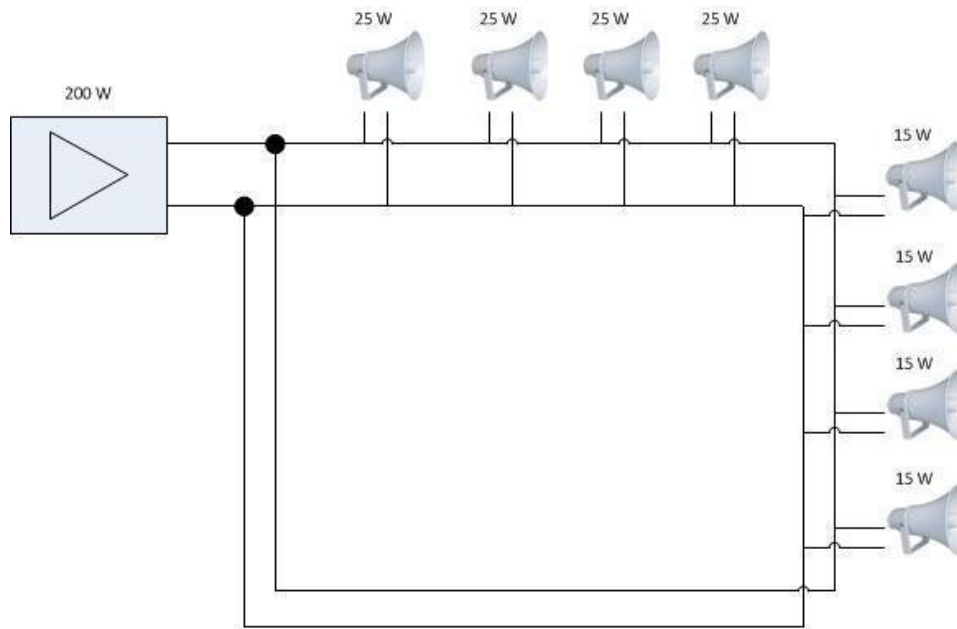


Figura 15. Etapa de amplificación basada en bucle.

2.6 Estudio de cobertura – Simulación con EASE

Una vez definida la arquitectura del sistema y las etapas de amplificación hay que comprobar que el diseño cumple con los valores acústicos indicados en los requisitos de PA/GA (ver sección 1.3).

EASE (*Enhanced Acoustic Simulator for Engineers*) es una herramienta software, registrado por la compañía *AFMG Technologies GmbH* [39], que permite hacer una simulación de cómo será el comportamiento acústico de la megafonía, tanto en exteriores como en interiores. Esto nos permitirá comprobar la fiabilidad de la sonorización y realizar los cambios pertinentes antes de llevar a cabo la instalación.

2.6.1 Parámetros acústicos

El estudio de cobertura debe constar de los siguientes índices acústicos con sus respectivos resultados:

Tiempo de Reverberación

Se define como el tiempo transcurrido desde que una fuente sonora deja de emitir un sonido hasta que se deja de recibir las reflexiones producidas en la transmisión de éste por el medio [4]. En cuanto a la percepción del oído, se corresponde con el tiempo que tarda un sonido en desaparecer y fundirse entre el sonido ambiente de un espacio cerrado.

Existen diversas maneras para calcularlo. EASE permite escoger entre dos de ellas:

Fórmula de Sabine (2)

Se trata de una ecuación empírica que describe la relación entre el volumen del recinto V (m^3), la absorción total de la sala A (sabin, 1 sabin corresponde a $1 m^2$) y el tiempo T (s) que tarda el sonido en disminuir 60 dB a partir de que la fuente se apague.

$$T = \frac{0,162 \cdot V}{A} = \frac{0,162 \cdot V}{S \cdot \bar{\alpha}} \quad (2)$$

La absorción A se calcula a partir de la superficie S (m^2) total de la sala y el coeficiente de absorción media $\bar{\alpha}$, que a su vez tiene en cuenta las superficies y coeficientes de absorción de cada una de las paredes del recinto (S_i y α_i , respectivamente):

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha_i S_i}{S} \quad (3)$$

Fórmula de Eyring (4)

Es una evolución de la anterior, obteniéndose valores más cercanos a la realidad en casos de recintos más absorbentes.

$$T = \frac{0,162 \cdot V}{-S \cdot \ln(1 - \bar{\alpha})} \quad (4)$$

En el ámbito del presente proyecto, se recomienda el empleo de la fórmula de Eyring ya que es común el uso de materiales acústicos con buena respuesta en absorción para mejorar la transmisión de los mensajes de voz.

El tiempo de reverberación solo se proporcionará para interiores ya que en exteriores carece de interés pues suele ser próximo a cero y por tanto apenas influye en el resto de cálculos.

SPL Directo

El sonido directo es aquél que procede de las fuentes emisoras (altavoces) y que se expande radialmente hasta llegar al receptor [3]. De acuerdo con las leyes de propagación acústica el nivel decrece en 6 dB al doblar la distancia entre el altavoz y un punto de la audiencia.

El SPL directo en un punto debido a una fuente sonora viene definido por:

$$SPL_D = S + 10\log P_e - 20\log(r) + D(\theta, \varphi)_{dB} \quad [dB] \quad (5)$$

Donde S es la sensibilidad del altavoz, que corresponde al nivel medido a una distancia de 1 m en el eje axial y emitiendo 1 W; este parámetro es dado por el fabricante y suele venir indicado como SPL (1m/1W); P_e (W), potencia eléctrica emitida por la fuente; r , distancia en metros del punto al altavoz; y $D(\theta, \varphi)$ la directividad de éste en decibelios.

Podemos comprobar que la fórmula (5) tiene en consideración el efecto de la atenuación producida por la divergencia esférica (-6 dB/dd) y vemos que el nivel aumenta en 3 dB si doblamos la potencia eléctrica.

Cuando se dispone de varias fuentes sonoras contribuyendo cada una de ellas al campo directo (SPL_{Di}), llegando al receptor el sonido con distinta fase y nivel, es necesario realizar la suma de niveles de forma no coherente ya que los altavoces no están próximos unos de otros sino distribuidos espacialmente.

El campo total se calcula a partir del nivel de potencia L_w (dB), del factor de directividad de cada altavoz Q_i y de la distancia en metros r_i del punto a cada fuente emisora:

$$SPL_D = 10\log \left(\sum_i^M 10^{\frac{SPL_{Di}}{10}} \right) = L_w + 10\log \left(\sum_i^M \frac{Q_i}{4\pi r_i^2} \right) \quad [dB] \quad (6)$$

siendo M es el número de altavoces.

La potencia L_w viene dada por la potencia acústica:

$$L_w = 10 \log \frac{P_A}{P_{A_{ref}}} ; P_{A_{ref}} = 10^{-12} W \quad (7)$$

$$P_A = \eta \cdot P_E ; \eta \text{ rendimiento del altavoz} \quad (8)$$

SPL Total

El sonido reverberante procede de las múltiples reflexiones de la señal acústica con las diferentes superficies que integran un recinto [3]. La reverberación se distribuye uniformemente en toda el área de la audiencia por lo que el nivel de presión reverberante es independiente del punto en que se encuentre el receptor. Su valor viene dado por la fórmula:

$$SPL_R = 10 \log \left(\sum_i^M 10^{\frac{SPL_{R_i}}{10}} \right) = L_w + 10 \log \left(\frac{4}{R} \right) + 10 \log M \quad [dB] \quad (9)$$

R es la constante acústica de la sala y por tanto independiente del número de altavoces. Se calcula siguiendo la expresión (10):

$$R = \frac{S\bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}} \quad (10)$$

El SPL total es la suma no coherente del campo directo y el campo reverberante:

$$SPL_T = SPL_D + SPL_R = L_w + 10 \log \left(\left(\sum_i^M \frac{Q_i}{4\pi r_i^2} \right) + \frac{4M}{R} \right) \quad (11)$$

En exteriores, dado que la reverberación es prácticamente nula, los niveles de SPL directo y total han de ser muy parecidos.

Relación Directo/Reverberante

El *DR Ratio* muestra la diferencia, en términos de decibelios, entre el nivel de presión sonora directo y el reverberante. Un valor positivo supone que el nivel directo predomina sobre el producido por las reflexiones de la señal acústica, mientras que un valor negativo significa que prevalece el sonido reverberante.

Aquellos puntos donde el campo directo y reverberante son iguales, es decir, la relación DR sea 0 dB, se encuentran en lo que se conoce como distancia crítica.

Este parámetro nos permite conocer de forma clara el nivel de reverberación en un recinto. En caso de que salga un valor muy negativo supondría una mala inteligibilidad para la sala, por lo que una forma para mejorarla sería reducir el campo reverberante por medio de uso de materiales absorbentes.

Para exteriores no se suele indicar ya que carece de sentido.

Inteligibilidad – STI

Entendemos el concepto de inteligibilidad como la correcta comprensión de la palabra por parte de un oyente. [3] [4] Hay muchos factores que afectan al entendimiento de una señal de voz, objetivos y subjetivos: el espectro y estructura temporal de la palabra, del ruido, la reverberación del recinto, nivel de voz del orador, su pronunciación, distancia a la que se encuentra el oyente, contexto...

A la hora de representar este aspecto del habla, el STI es el índice más común utilizado dado que relaciona las pérdidas de inteligibilidad en una señal vocal por medio de parámetros objetivos de la propia señal. Está basado en la medida de la función de transferencia de modulación (MTF) la cual cuantifica el grado de perseverancia de las modulaciones vocales en las bandas de frecuencia individuales.

La señal vocal típica es una suma de señales moduladas en amplitud. Esta modulación consiste en una señal de banda ancha multiplicada o modulada por tonos puros de muy baja frecuencia. El espectro de esta señal se divide en 7 bandas de octavas, frecuencias moduladoras o f , desde 125 Hz hasta 8 kHz. La envolvente resultado de las señales obtenidas para cada f se divide a su vez en bandas de 1/3 de octava, frecuencias de modulación F , siendo un total de 14 desde 0,63 Hz hasta 12,5 Hz.

El criterio STI mide la degradación de las envolventes de intensidad acústica para evaluar la transmisión del habla. Se define índice de modulación del habla m como:

$$m(F) = \frac{1}{1 + 10^{\frac{-S/N}{10}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(2\pi F \frac{T}{13,8}\right)^2}} \quad (12)$$

El primer término hace referencia al efecto del ruido en las bandas de frecuencia f (S/N expresado en dB) y el segundo al efecto de la reverberación por medio del tiempo de reverberación T en segundos. De este modo se obtienen 98 valores de m (14 F por 7 f). Cuanto menor sea el m obtenido más degradación y menor inteligibilidad.

El índice de transmisión del habla reduce todos estos coeficientes en un único valor, comprendido en el intervalo $[0,1]$ mediante el siguiente proceso:

1. Se convierten los 98 índices de modulación m a unidades logarítmicas expresadas en relaciones señal/ruido aparente, $SNR_{ap}(f_i, F_j)$ con $i=1..7$ y $j=1..14$

$$SNR_{ap} = 10 \log \frac{m}{1 - m} \quad (13)$$

2. Se truncan las 98 relaciones aparentes en el intervalo $[+15 \text{ dB}, -15 \text{ dB}]$.
3. Promedio lineal en F_j , obteniéndose 7 valores de $SNR_{ap}(f_i)$:

$$SNR_{ap}(f_i) = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^{14} SNR_{ap}(f_i, F_j) \quad , \quad i = 1..7 \quad (14)$$

4. Promedio ponderado en f_i según los coeficientes w_i indicados en la Tabla 4:

$$SNR_{ap} = \sum_{i=1}^7 w_i \cdot SNR_{ap}(f_i) \quad (14)$$

 Tabla 4. Coeficientes w_i para el cálculo de STI.

f_i (Hz)	i	w_i
125	1	0,13
250	2	0,14
500	3	0,11
1000	4	0,12
2000	5	0,19
4000	6	0,17
8000	7	0,14

5. Este último SNR_{ap} alcanzado debe escalarse en el intervalo $[0,1]$. Para ello se hace uso de la expresión (16).

$$STI = \frac{SNR_{ap} + 15}{30} \quad (16)$$

Con todo ello, existen criterios de valoración que califican una sonorización en función del STI obtenido en las zonas de audiencia más representativas (ver Tabla 5).

Tabla 5. Tabla de valoración del STI

STI	Calificación
0 – 0,3	Mala
0,3 – 0,45	Pobre
0,45 – 0,6	Aceptable
0,6 – 0,75	Buena
0,75 – 1	Excelente

Debido al elevado número de coeficientes m necesarios para el cálculo del STI, existe una versión simplificada conocida como RASTI (Rapid STI). Se trata del mismo proceso de cálculo pero realizando un promedio con igual ponderación de 9 SNRap (f_i , F_j). Las frecuencias de modulación son: 1, 2, 4 y 8 Hz para modular la portadora de 500 Hz; y las frecuencias 0,7 - 1,4 - 2,8 - 5,6 - 11,2 Hz para modular la portadora de 2000 Hz.

2.6.2 Simulación de interiores – Edificio de Control

A continuación, se va a diseñar la sonorización del interior de un edificio. Se trata del edificio de control que dispone de las siguientes habitaciones:

- Sala propia de control con los puestos de operarios.
- Sala eléctrica y de telecomunicaciones. Albergará los racks de los sistemas pertinentes con sus unidades centrales.
- Sala de emergencia.
- Servicios.

Para ello, se distribuirán los altavoces a lo largo del área de audiencia y se comprobará que dicha distribución cubre toda la zona cumpliendo las premisas expuestas por el cliente. Esto supone que haya que realizar varias aproximaciones hasta llegar a un diseño óptimo. En este apartado se expondrán los resultados de la última simulación en la que ya se han obtenido todos los resultados esperados.

Modelo

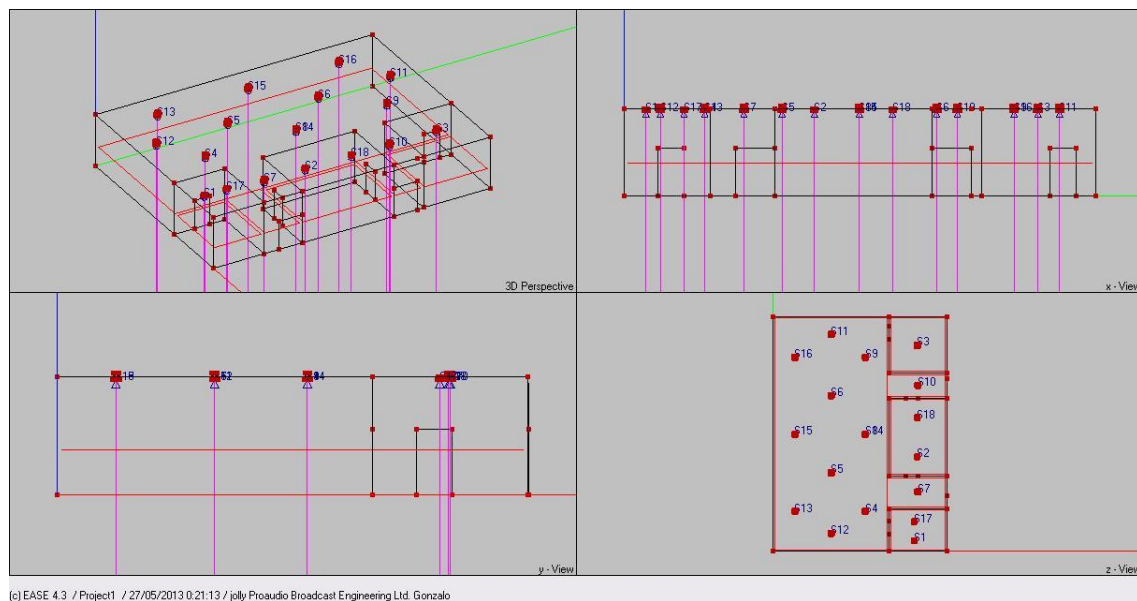


Figura 16. Modelo en EASE de la Sala de Control (Véase versión en CAD disponible en el Anexo 2)

En primer lugar, se ha creado el modelo de la sala en el entorno *Edit Project Program – Room Edit* de EASE. Este módulo permite la edición del dibujo, incluyendo los distintos elementos del edificio dotándoles de sus correspondientes características como el tamaño y material de las superficies, la posición y dirección de los altavoces...

Para cada superficie se han escogido los materiales indicados en la Tabla 6 y cuyos coeficientes de absorción están representados en las respectivas gráficas de la Figura 17.

Se ha tenido en consideración que tanto las puertas como las paredes interiores de la sala ayudan a la absorción de la señal acústica en ambas caras (*Two Fold* activado, en la ventana *Edit Face*). Las puertas además están contenidas en la superficie de la pared en la que se encuentran (*Is Coat Of* activado).

Tabla 6. Materiales adjudicados a las superficies que conforman la sala de control para el modelado en EASE

Superficie	Material ⁶	Descripción	Absorción a 1 kHz
Suelo	Tile floor	Piso típico de baldosa no cerámico	3%
Pared	$\alpha = 20\%$	Todos los valores a 0.2	20%
Techo	Cirrus 75	Techo acústico Armstrong®, falso techo	89%
Puerta hueca	Door Hollow	Puerta hueca	8%
Puerta sólida	Door Solid	Puerta maciza de madera o metal	7%

El coeficiente de absorción es un parámetro que indica la relación entre la energía absorbida y la energía incidente por una superficie. No es un valor único, los coeficientes dependen de la frecuencia y van del 0 (nada absorbente) al 1 (no se produce ninguna reflexión). Es un importante índice a tener en cuenta a la hora de acondicionar acústicamente una sala. Un material con un coeficiente de absorción alto reduce notablemente el nivel de reverberación y por lo tanto influye en la inteligibilidad.

Los fabricantes de materiales acústicos suelen dar en sus especificaciones otros valores para indicar con una única cifra el grado de absorción de los mismos. El NRC (*Noise Reduction Coefficient*) y CAC (*Ceiling Attenuation Class*) son dos ejemplos.

El NRC se define como la media aritmética de los coeficientes de absorción medidos a las frecuencias de 250, 500, 1000 y 2000 Hz. No proporciona un valor muy preciso ya que da la misma ponderación a las cuatro frecuencias pudiéndose dar el mismo valor para materiales con diferente comportamiento acústico [15].

El índice CAC [16] indica la eficiencia de una estructura en la no transmisión de ruido entre dos recintos cerrados, en el rango de frecuencias del habla. Es una medida especialmente importante para la privacidad acústica en áreas de trabajo adyacente. Un valor menor de 25 es aceptable para entornos abiertos, mientras que para entornos cerrados el mínimo requerido asciende a 35 ó 40.

⁶ Materiales tomados de la base de datos de EASE. Ésta puede consultarse en el archivo 'EASE Materials by Category.pdf' [14] incluido en el Anexo 3.

En nuestro caso se han empleado materiales típicos de construcción, introduciendo únicamente un techo acústico del fabricante Armstrong® [17], una compañía referente mundial en la elaboración de techos y suelos acústicos, para mejorar la sonorización del edificio.

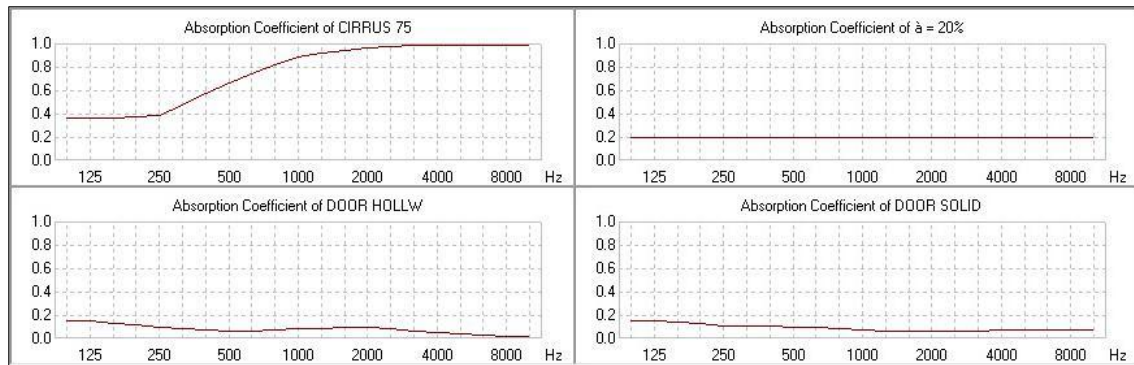


Figura 17. Coeficientes de absorción de los materiales empleados.

En cuanto a los altavoces, se han utilizado dos modelos distintos:

- Altavoz de techo DNH B-620(T) [18] de baja potencia (6 W) para los servicios y la sala de emergencia.
- Altavoz de techo DNH PROB-620(T) [19] de alta potencia (30 W) para el resto de estancias.

EASE no dispone en su base de datos de los altavoces indicados en la sección de equipamiento (ver apartado 2.3) por lo que se han escogido otros modelos equivalentes con similares características eléctricas y acústicas. Se trata de altavoces del fabricante DNH, cuyos archivos para esta herramienta están disponibles en su página web ([18] [19]) y su diagrama polar está representado en la Figura 18.

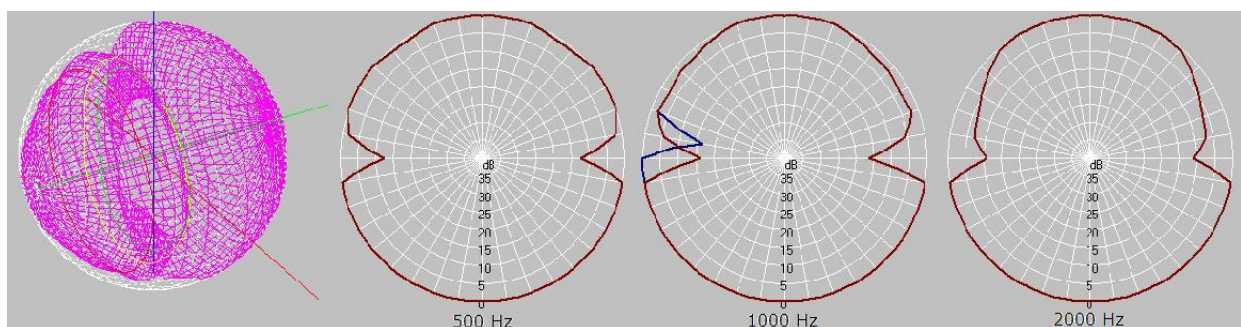


Figura 18. Diagrama polar común para los dos modelos de altavoces empleados en la simulación.

Se definen además las áreas de audiencia, que corresponderán a las zonas sobre las que se realizarán los cálculos posteriormente. En interiores se debe cubrir toda la planta y se estima que la escucha sea a una altura media de 1,55 metros.

Parámetros de la simulación

Una vez definido el modelo y hecha una primera propuesta de la distribución de los altavoces, se lleva a cabo la simulación *Standard with Reflections* dentro del módulo *Area Mapping* de EASE.

Este método basa sus cálculos en la teoría estadística del trazado de rayos, siendo el nivel de presión sonora función del nivel directo más la energía proporcionada por las reflexiones.

Con todo ello se han definido los siguientes parámetros de simulación:

- Al tratarse de interiores, se ha desactivado la opción *Open Room*.
- La señal emitida por los altavoces es un ruido rosa que abarca todas las frecuencias audibles. Este sonido dota a todas las bandas de frecuencia del mismo nivel sonoro, repartiendo la potencia a lo largo del espectro.
- Se ha tomado un ruido de fondo característico de una planta de E&P. Se trata del ruido calculado para interiores a partir del mapa de ruido en una planta de gas en Bolivia [21] y que tomaremos como referencia. Se encuentra representado en la Figura 19.
- Suma de presiones no coherente (*Interference Sum*) en tercios de octava.
- Se tiene en consideración el efecto de las paredes interiores (*Map with Shadow* activado).

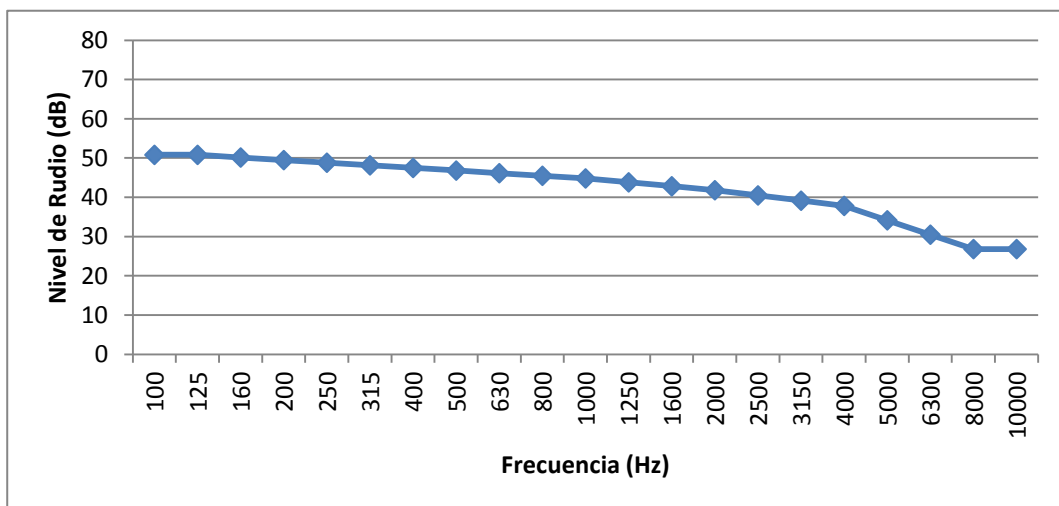


Figura 19. Nivel de ruido medido en el interior de un edificio de una refinería en Bolivia.

Resultados

A continuación se exponen los resultados obtenidos de la simulación acústica llevada a cabo con la herramienta EASE en el edificio de control.

En primer lugar, representamos los valores del tiempo de reverberación y los coeficientes de absorción media de la sala. Estos parámetros son independientes de la señal sonora y del número/distribución de altavoces y se calculan siguiendo las fórmulas (3) y (4).

Tabla 7. TR y $\bar{\alpha}$ según frecuencias en el edificio de control.

Frecuencia (Hz)	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
Tiempo de reverberación (s)	6,63	6,51	6,40	6,28	5,40	4,71	4,16	3,80	3,49	3,20
Coefficiente de absorción	0,18	0,18	0,19	0,19	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33
Frecuencia (Hz)	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
Tiempo de reverberación (s)	3,08	2,94	2,79	2,66	2,48	2,25	1,96	1,63	1,28	0,96
Coefficiente de absorción	0,34	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36

Podemos observar que los tiempos obtenidos son muy elevados. Esto se debe a la baja absorción acústica que proporcionan los materiales empleados, cuyos coeficientes son próximos a cero exceptuando el techo. Además, el modelo considera la sala vacía sin contar la pérdida de potencia provocada por las reflexiones con el mobiliario/equipos y personal de la sala.

Por ello, se ha tenido que introducir un alto número de fuentes sonoras (un total de diecisiete, ver Tabla 8) para conseguir una inteligibilidad aceptable en todo el edificio.

Tabla 8. Distribución de altavoces por habitaciones en el edificio de control.

Sala	B-620(T) / 6W	PROB-620(T) / 24W
Sala de control	-	12
Sala Eléctrica&Telco.	-	1
Sala de emergencia	2	-
Servicios	2	-

El resto de parámetros acústicos obtenidos tras la simulación se muestran en las siguientes páginas por medio de diversas representaciones: sobre el plano de planta, gráficas en función de la frecuencia y distribuciones por área.

Nivel de presión sonora directo:

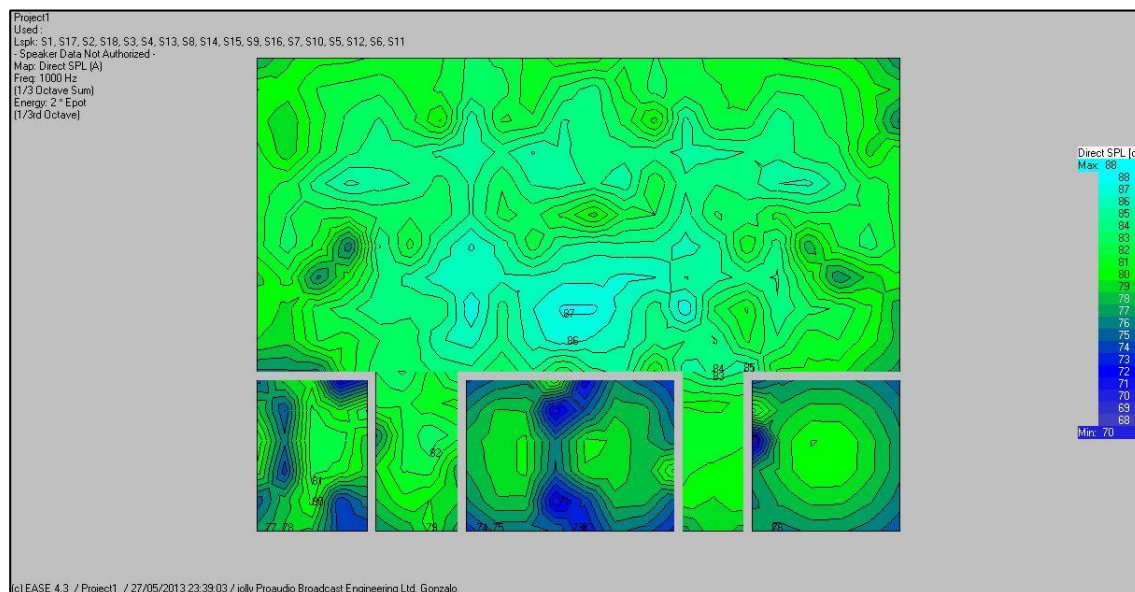


Figura 20. Representación sobre planta del SPL Directo en el edificio de control.

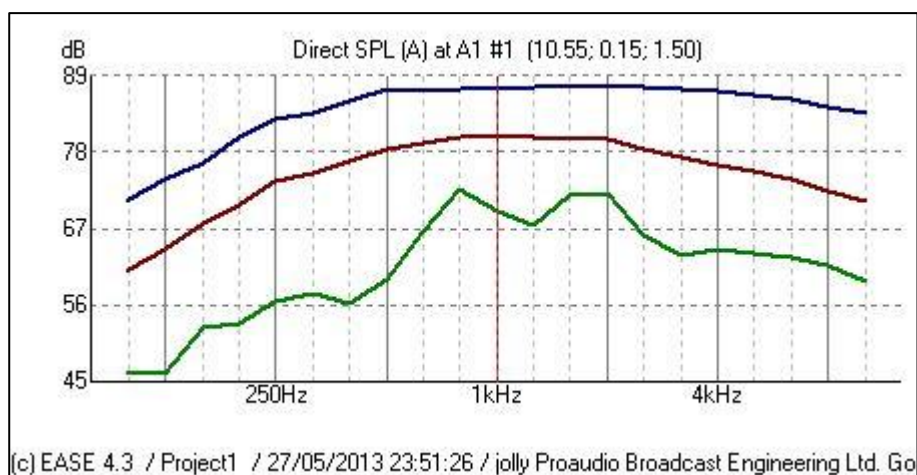


Figura 21. Distribución frecuencial del SPL Directo máximo (azul), mínimo (verde) y medio (marrón) en el edificio de control.

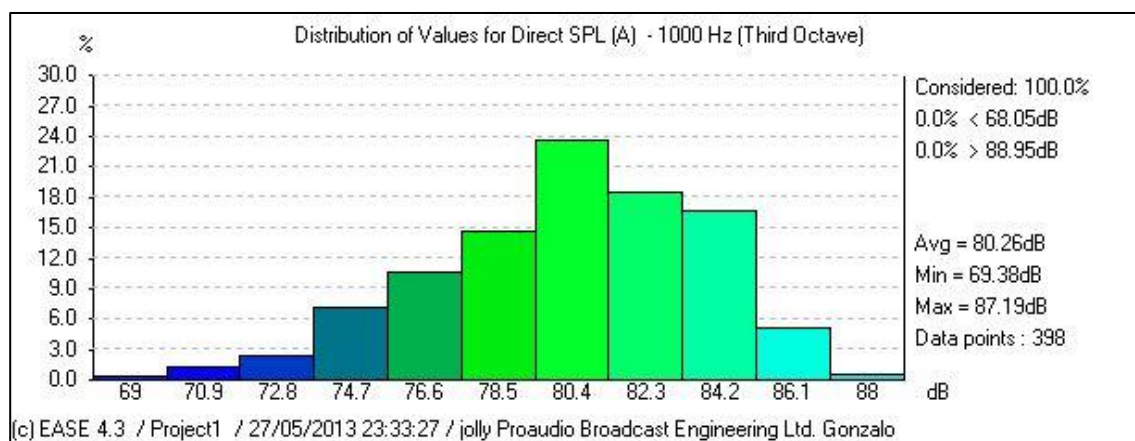


Figura 22. Porcentajes de área cubierta por los correspondientes niveles de SPL Directo en el edificio de control.

Nivel de presión sonora total:

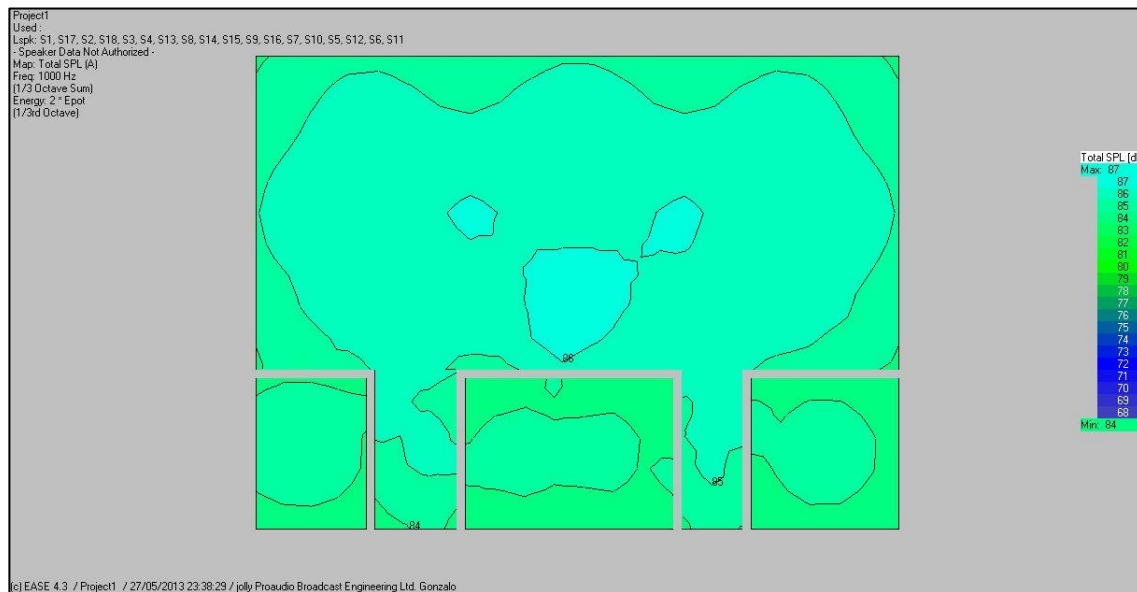


Figura 23. Representación sobre planta del SPL Total en el edificio de control.

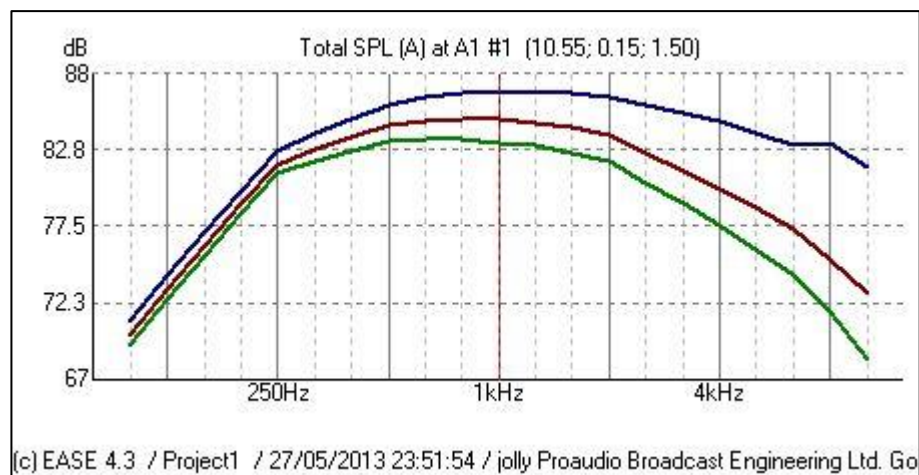


Figura 24. Distribución frecuencial del SPL Total máximo (azul), mínimo (verde) y medio (marrón) en el edificio de control.

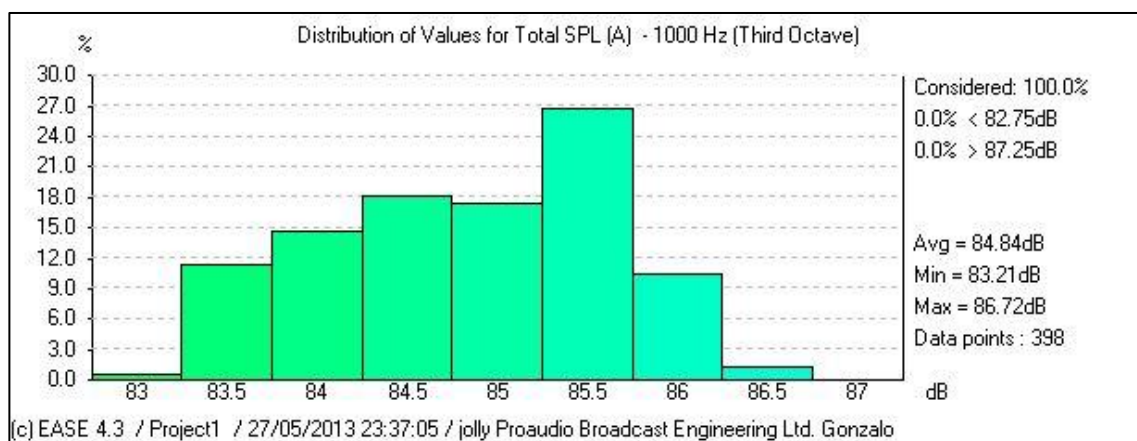


Figura 25. Porcentajes de área cubierta por los correspondientes niveles de SPL Total en el edificio de control.

Se comprueba que la sonorización realizada cumple con los requisitos, dado que tanto el nivel de presión sonora directo como el total se encuentran 20 dB sobre el nivel de ruido.

En la sala de control observamos (Figura 23) que el SPL total es bastante uniforme. En el resto de las salas también, siendo la respuesta menor en el contorno.

En cuanto a la gráfica en función de la frecuencia (Figura 21 y Figura 24), se aprecia que el nivel de presión sonora disminuye para frecuencias menores de 250 Hz y mayores a 4000 Hz. Esto es debido a la propia respuesta de los altavoces y no tiene gran influencia sobre la sonorización puesto que no se encuentran en rangos de frecuencias de mucha importancia desde el punto de vista de la inteligibilidad.

En la representación de los porcentajes de área cubierta por diferentes niveles de presión acústica (Figura 25) está indicado el nivel mínimo de SPL total obtenido a la frecuencia de 1000 Hz, siendo éste 83,21 dB(A). El nivel de ruido esperado en el edificio de control para esta frecuencia es de 44,83 dB(A) por lo que queda demostrado que se supera los 20 dB en el 100% del área a sonorizar.

Relación sonido directo/reverberante:

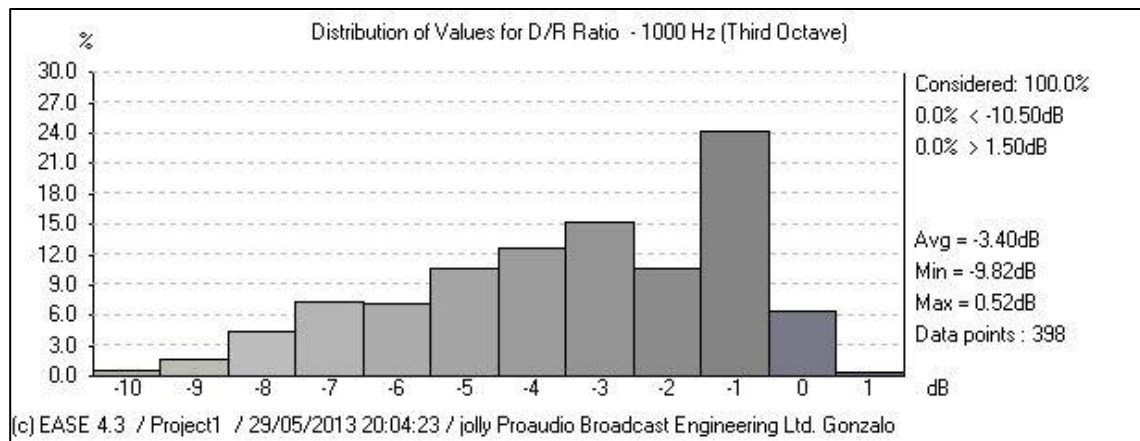


Figura 26. Porcentajes de área con las correspondientes relaciones DR en el edificio de control.

A la hora de interpretar este resultado, hay que tener en cuenta que el sonido reverberante es aquél que llega al receptor transcurrido un determinado intervalo de tiempo desde que se ha emitido. En nuestro caso se ha tomado 35 ms, valor recomendable según la teoría acústica [4]. EASE permite modificar este parámetro (*Split Time*) a la hora de definir los parámetros de la simulación.

Observamos que el nivel que predomina es el reverberante frente al directo en prácticamente la totalidad del edificio. Esto se debe a las aportaciones debidas a los distintos altavoces distribuidos.

Índice de transmisión del habla (STI):

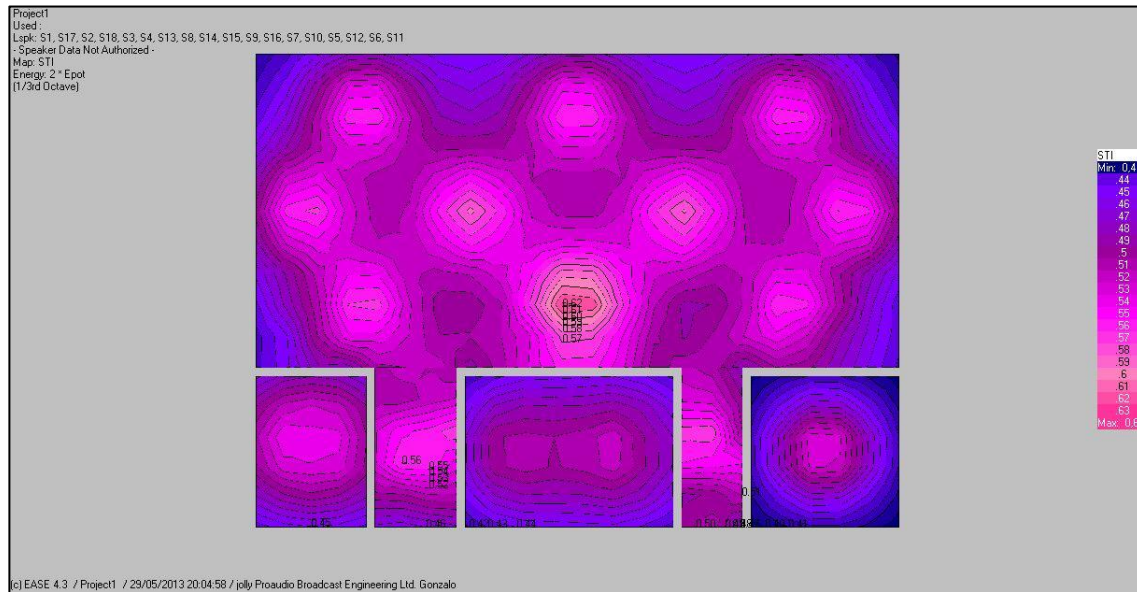


Figura 27. Representación sobre planta del STI en el edificio de control.

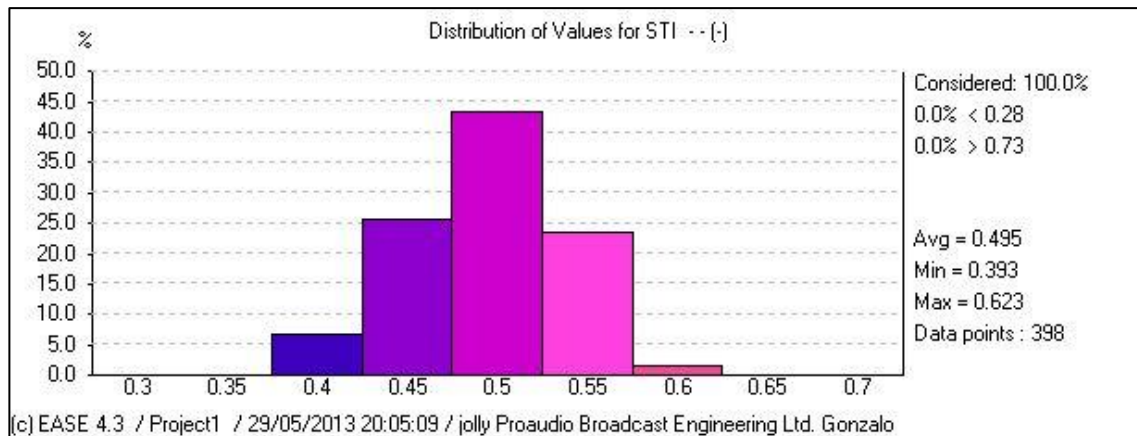


Figura 28. Porcentajes de área cubierta por los correspondientes niveles de STI en el edificio de control.

Se cumple el requisito de que el STI supere el valor de 0,45, correspondiente a un índice aceptable de inteligibilidad, en el 90% del área de audiencia. Observamos además que la inteligibilidad es mejor cuanto más cerca de la fuente sonora nos encontremos.

Sabemos por los fundamentos teóricos que el STI depende del tiempo de reverberación y de la relación directo/reverberante. Por ello, si se quiere conseguir un resultado mejor habría que optar por aumentar la absorción de la sala o incrementar el nivel de sonido directo. En este caso, sería recomendable introducir materiales con mayor coeficiente de absorción para reducir el tiempo de reverberación. La relación DR obtenida es buena, por lo que introducir un mayor número de altavoces para aumentar el campo directo no supondría una mejora notable en la inteligibilidad.

2.6.3 Simulación de exteriores – Unidad Hydrocracker

Para exteriores se va a realizar la sonorización de la unidad de procesamiento *Hydrocracker*. En este caso se va a tener en consideración la redundancia requerida para este sistema, distribuyendo los altavoces en dos diferentes bucles de alimentación. Cada bucle recibirá potencia de un amplificador distinto, por lo que será necesario un mínimo de dos perteneciendo a sendos subsistemas A y B.

Los altavoces empleados son de alta potencia para exteriores, por tanto de 25 W. Los amplificadores de audio tienen capacidad de suministrar 250 W a su salida. Teniendo en cuenta que la carga que lleven los amplificadores no puede ser superior al 80%, por imposición de los requisitos del sistema, pueden introducirse un máximo de 8 altavoces trabajando a máxima potencia en cada bucle.

Se partirá de esta base a la hora de distribuir las fuentes sonoras por la unidad. La localización definitiva de los altavoces está indicada en el plano ‘Unidad *Hydrocracker*. Sistema PA/GA. Distribución de altavoces’ incluido en el Anexo 2 y al final del presente apartado. Se instalarán sobre postes metálicos de 4,5 m de altura por medio de bridas.

Modelo

Como en el caso de interiores, en primer lugar se procederá a crear el modelo en el módulo *Edit Project Program – Room Edit* de EASE.

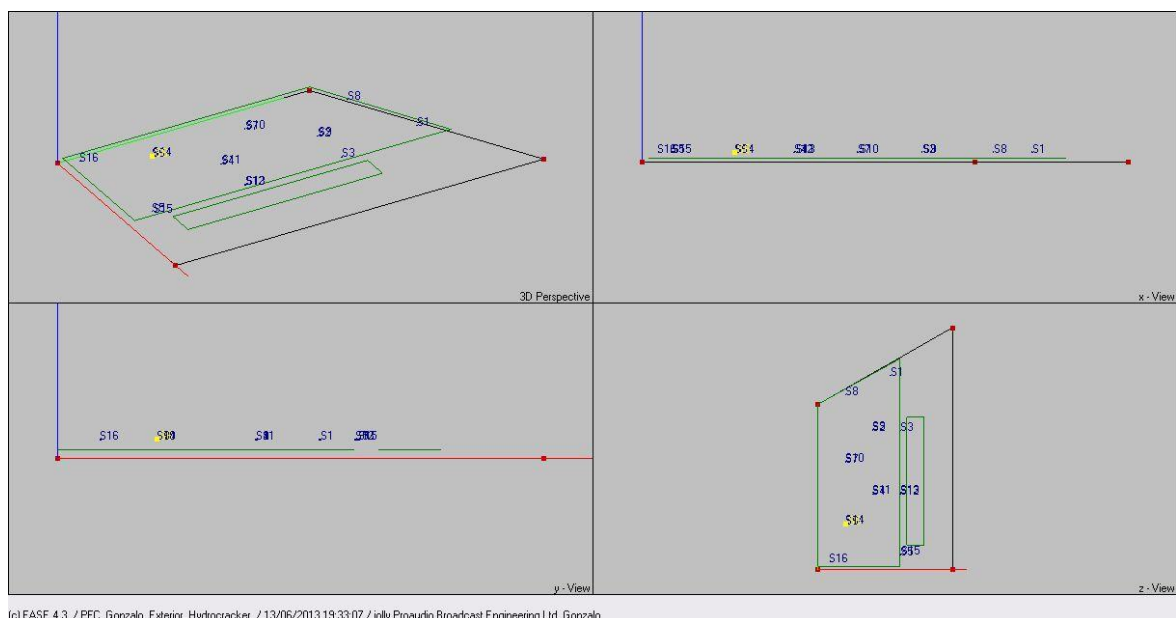


Figura 29. Modelo en EASE de la unidad *Hydrocracker* (Véase versión en CAD en el Anexo 2).

Simplemente se modelará la superficie correspondiente al suelo, a la que se atribuye *soil* (tierra, absorción media; ver Figura 30) como material. Los edificios y maquinaria existente en la unidad no se definirán. Solamente aportarían reverberación a la

sonorización y por tanto solo influyen en el campo total, que como se ha visto para interiores ofrece un resultado más uniforme respecto al nivel total.

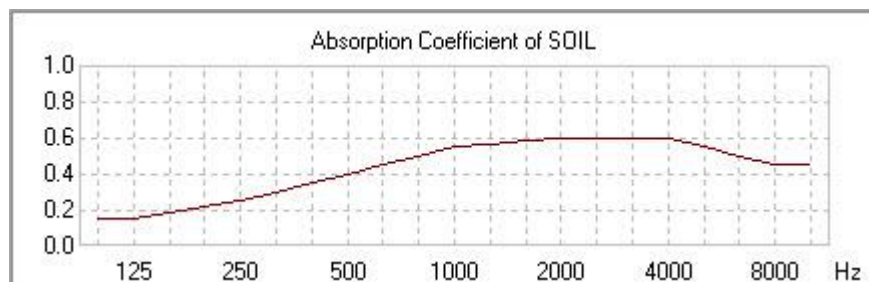


Figura 30. Coeficientes de absorción, según frecuencias, correspondientes a la tierra.

Para los altavoces se ha optado por el modelo 25-EExmN(T) del fabricante DNH que cumple con todas las características eléctricas y acústicas requeridas para los altavoces de exteriores y de alta potencia. Su diagrama polar correspondiente está representado en la Figura 31. Se han instalado a una altura de 3,9 m suponiendo que la maquinaria existente no supere esta medida, lo que podrá confirmarse tras el *site survey*.

Las áreas de audiencia corresponden con la zonas de procesos, quedando excluidas aquéllas donde hay edificios (véase plano ‘Refinería: Unidad Hydrocraker’ en el Anexo 2 y al final del presente apartado).

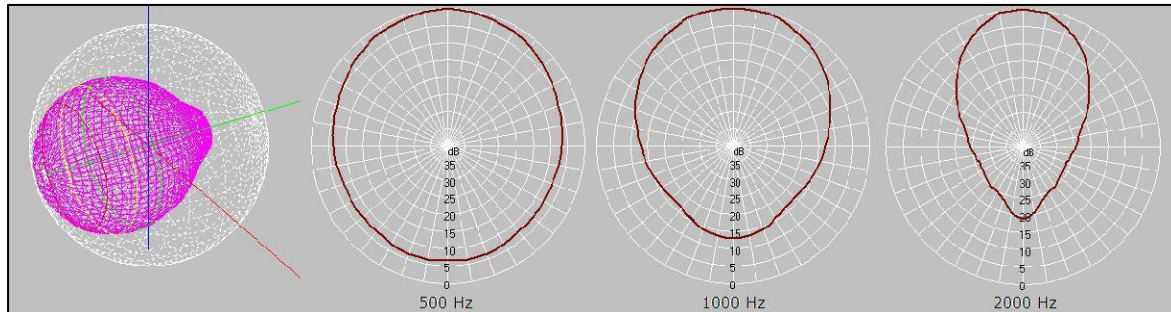


Figura 31. Diagrama polar del altavoz de exterior empleado en la simulación de EASE.

Parámetros de la simulación

En el módulo *Area Mapping* se han hecho tres simulaciones *Standard* para comprobar el comportamiento de la sonorización en los distintos modos de funcionamiento del sistema:

- Todo el sistema de megafonía funcionando correctamente. Los 16 altavoces aportan campo acústico.
- Caída de uno de los dos subsistemas. Únicamente los 8 altavoces del bucle 1 están en funcionamiento.
- Fallo del otro subsistema al anterior. Únicamente los 8 altavoces del bucle 2 están en funcionamiento.

Los parámetros empleados son los mismos que para interiores, con las siguientes excepciones:

- Al tratarse de exteriores la opción *Room Open* debe estar activada.
- Como mapa de ruido se ha tomado uno calculado en las zonas de procesos de una planta de gas en Bolivia [21]. Los niveles en dB están representados en la Figura 32.
- No se considerarán las reflexiones producidas por las fachadas de los edificios y maquinaria dado que su aportación al campo sonoro total es despreciable al existir únicamente dos edificios y no encontrarse dentro del área exterior a sonorizar. Por tanto, puede obviarse su aportación en los cálculos (*Map with Shadow* desactivado).

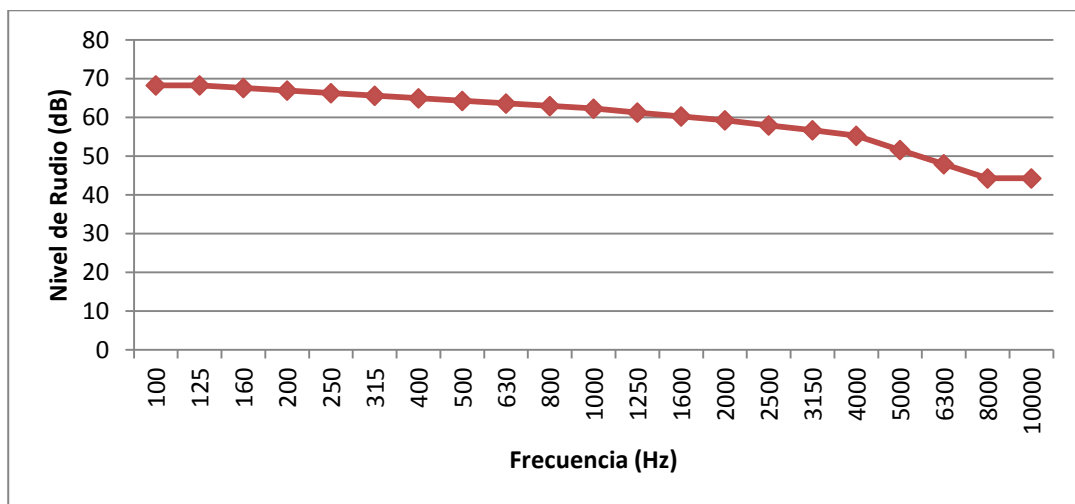


Figura 32. Nivel de ruido medido en exteriores en una refinería en Bolivia.

Resultados

El tiempo de reverberación carece de sentido para exteriores ya que es un parámetro definido para recintos en función del volumen y de la absorción de las superficies que lo componen.

El índice de transmisión del habla al depender del tiempo de reverberación tampoco es calculado para exteriores. Se considera que la sonorización ofrece una buena inteligibilidad si se cumple que en toda el área de audiencia el nivel de presión sonora supera en 20 dB al nivel de ruido.

Por consiguiente, la presentación de resultados se limita a los niveles SPL directo y total. En primer lugar los correspondientes al funcionamiento normal del sistema, es decir, los 16 altavoces operando; y posteriormente se exponen conjuntamente los resultados de cada bucle operando independientemente.

Nivel de presión sonora directo:

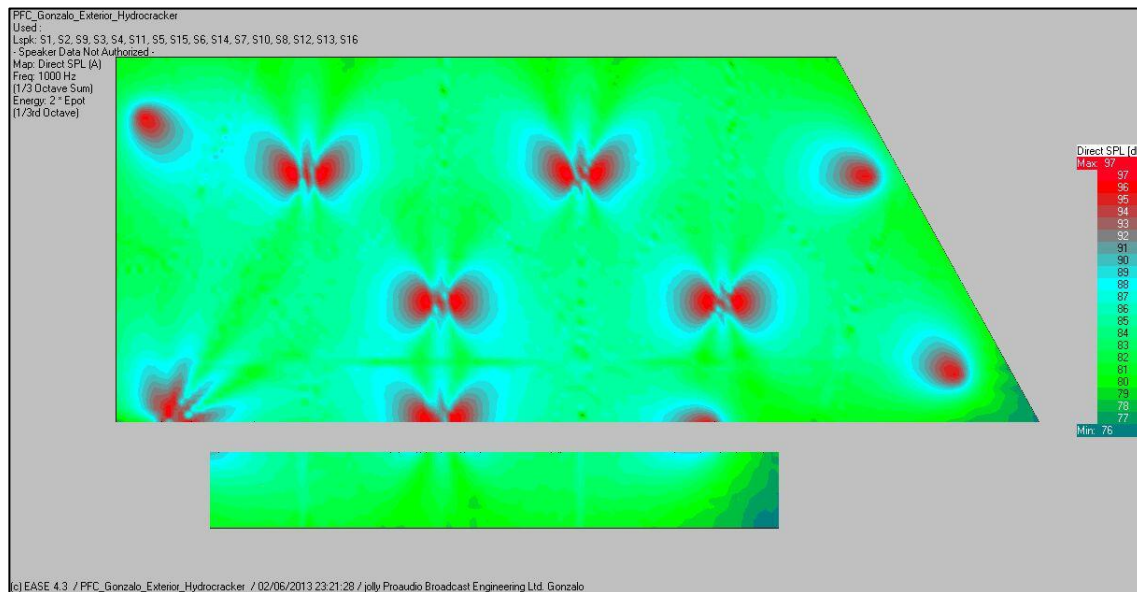


Figura 33. Representación sobre planta del SPL Directo en la unidad *Hydrocracker* para ambos sistemas operando simultáneamente.

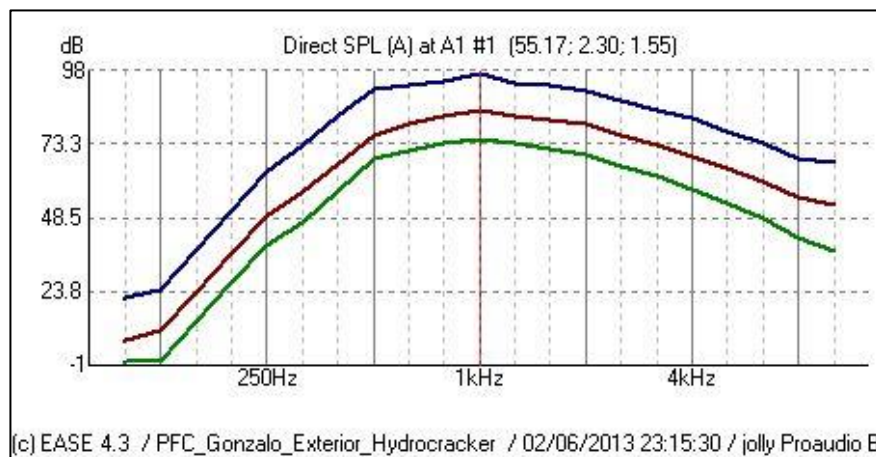


Figura 34. Distribución frecuencial del SPL Directo máximo (azul), mínimo (verde) y medio (marrón) en la unidad *Hydrocracker* para ambos sistemas operando simultáneamente.

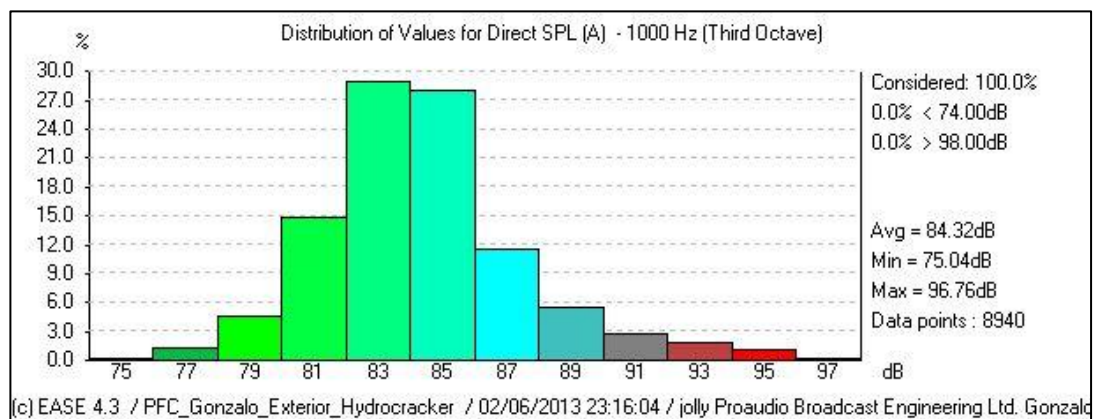


Figura 35. Porcentajes de área cubierta por los correspondientes niveles de SPL Directo en la unidad *Hydrocracker* para ambos sistemas operando simultáneamente.

Nivel de presión sonora total:

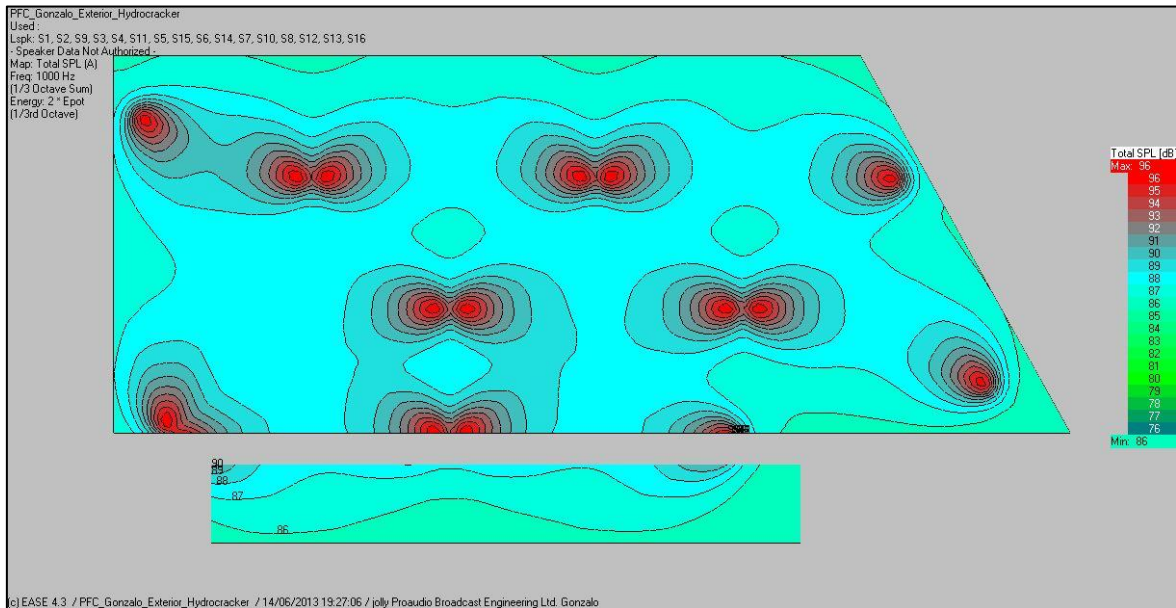


Figura 36. Representación sobre planta del SPL Total en la unidad *Hydrocracker* para ambos sistemas operando simultáneamente.

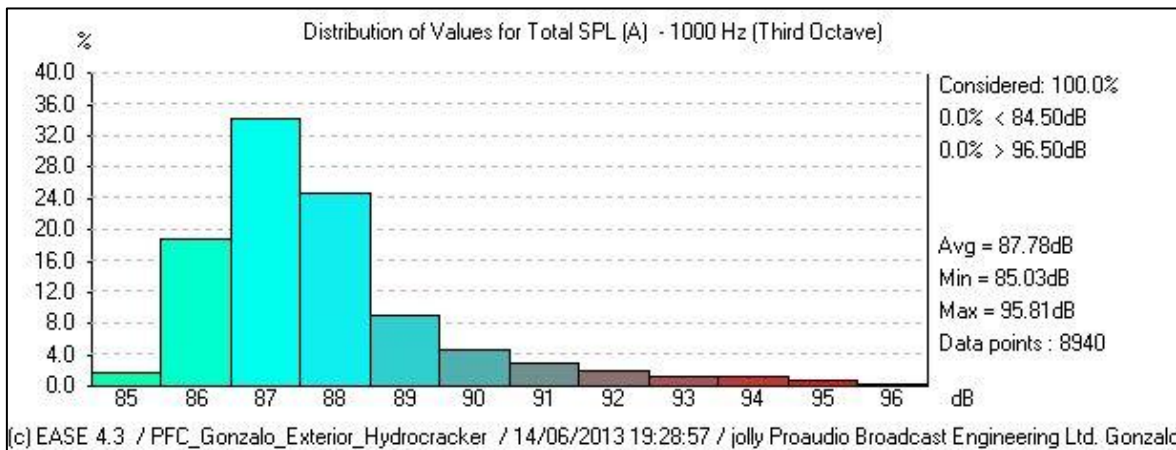


Figura 37. Porcentajes de área cubierta por los correspondientes niveles de SPL Total en la unidad *Hydrocracker* para ambos sistemas operando simultáneamente.

Prácticamente la totalidad de la superficie está cubierta con un nivel directo mayor a 80 dB(A) (ver Figura 33).

El ruido esperado a la frecuencia de 1 kHz es de 62,25 dB(A). En la Figura 37 se aprecia que en el 100% de la superficie se superan los 85 dB(A) de campo sonoro total, lo que garantiza una SNR mínima de 20 dB.

Ahora hay que comprobar que ante un fallo en uno de los dos subsistemas que suponga la caída de éste y por lo tanto únicamente haya un bucle en funcionamiento, se siga cumpliendo la premisa de una SNR mínima de 20 dB.

Para ello, se presentan en la Figura 38 los valores de niveles de campo total obtenidos al simular cada grupo de ocho altavoces pertenecientes a la misma etapa de amplificación.

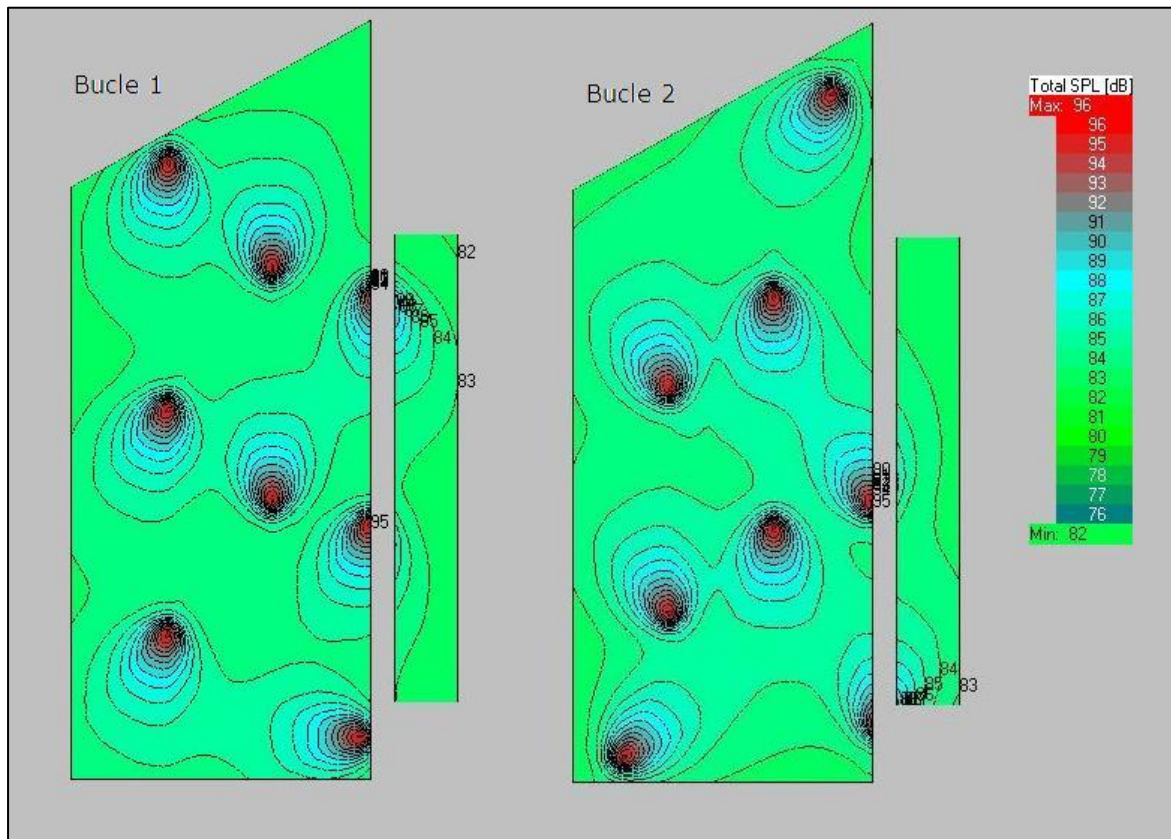


Figura 38. Nivel de presión sonora total a la frecuencia de 1000 Hz trabajando cada bucle independientemente.

Se comprueba que tanto el bucle 1 como el bucle 2 ofrecen una sonorización mínima de 82 dB a la frecuencia de 1000 Hz en toda el área de audiencia. Para disponer de un estudio más completo para este caso crítico, en el que sólo opera un grupo de altavoces, se representan todos los valores de SPL total en tercios de octava (ver Tabla 9).

Observamos que no para todas las frecuencias se cumple una SNR mínima de 20 dB. Los bajos valores dados a las frecuencias por debajo de los 500 Hz no se considerarán puesto que es debida a la respuesta propia de los altavoces que no operan a estas frecuencias. En el resto de tercios de octava se obtienen valores próximos a los 20 dB, siendo las bandas que sí que cumplen con la relación requerida las más importantes en la transmisión del habla. Por lo tanto no es recomendable incorporar más altavoces lo cual conllevaría a una nueva etapa de amplificación.

Tabla 9. Relación SPL Total y niveles de ruido obtenidos trabajando cada bucle independientemente.

Frecuencia	Bucle 1			Bucle 2		
	SPL Total	Ruido	SNR (dB)	SPL Total	Ruido	SNR
100 Hz	14,2	68,2	-54,1	14,2	68,2	-54,1
125 Hz	17,2	68,2	-51,1	17,2	68,2	-51,1
160 Hz	29,6	67,6	-38,9	29,6	67,6	-38,9
200 Hz	42,0	66,9	-25,9	42,0	66,9	-25,9
250 Hz	54,4	66,2	-12,9	54,4	66,2	-12,9
315 Hz	62,9	65,6	-3,6	63,0	65,6	-3,6
400 Hz	71,4	64,9	7,5	71,5	64,9	7,5
500 Hz	79,8	64,2	16,6	79,8	64,2	16,6
630 Hz	81,3	63,6	18,7	81,4	63,6	18,8
800 Hz	82,9	62,9	20,0	83,0	62,9	20,1
1000 Hz	84,5	62,2	22,2	84,6	62,2	22,4
1250 Hz	82,4	61,2	21,2	82,7	61,2	21,4
1600 Hz	80,5	60,2	20,3	80,8	60,2	21,6
2000 Hz	78,7	59,2	19,4	79,0	59,2	20,7
2500 Hz	75,2	57,9	17,3	75,5	57,9	18,6
3150 Hz	71,5	56,7	15,9	71,9	56,7	15,2
4000 Hz	67,8	55,2	13,6	68,1	55,2	13,9
5000 Hz	64,3	51,6	13,7	64,5	51,6	13,0
6300 Hz	60,7	47,9	13,8	60,9	47,9	13,0
8000 Hz	56,7	44,2	13,5	56,8	44,2	13,6
10000 Hz	54,9	44,2	11,6	54,9	44,2	11,7

2.6.4 Conclusiones de la simulación acústica

Una buena sonorización debe garantizar la inteligibilidad de los mensajes transmitidos. La simulación acústica realizada nos permite conocer cómo va a ser el comportamiento de la megafonía sin necesidad de instalar el sistema, lo cual es muy útil para este tipo de proyectos cuya ingeniería se realiza previamente a la construcción incluso de la planta.

Por ello, una vez se realicen las pruebas in situ de la cobertura acústica y dado el caso de que existan zonas mal sonorizadas o se hayan incorporado nuevas áreas de audiencia, se dispone de un 20% de capacidad libre en el sistema precisamente para posibles extensiones del alcance.

A lo largo de la presentación de los resultados se han ido exponiendo consideraciones, ventajas e inconvenientes, a tener en cuenta.

Existen diferencias a la hora de sonorizar espacios en interiores y exteriores. Se ha visto que para recintos la absorción de la sala juega un papel primordial. Dicha absorción está determinada por el comportamiento acústico (coeficientes) de los materiales empleados.

En cuanto a exteriores principalmente hay que tener en consideración la potencia que suministran las fuentes sonoras y la correcta distribución de éstas a lo largo del área de audiencia con el fin de dar cobertura a toda la superficie.

En el Anexo 3 se encuentran disponibles los archivos de EASE correspondientes a los dos modelos realizados, así como los archivos *.emp* con los resultados de las diferentes simulaciones llevadas a cabo.

2.7 Simulación de las etapas de amplificación

Tras la sonorización de la unidad *Hydrocracker* cumpliendo con los requisitos acústicos, han quedado definidos dos bucles de altavoces. Ahora hay que comprobar que este diseño permite el correcto funcionamiento de la línea de 100 V descrita en la arquitectura del sistema. Para ello se debe garantizar que la caída de tensión producida por las pérdidas en la transmisión de la línea no sea superior al 5%, es decir, que cada fuente sonora reciba a su entrada un mínimo de 95 V. Estas pérdidas son debidas a los cables de las conexiones del bucle y la carga que supone cada altavoz en la línea.

Se representará el equivalente eléctrico de la etapa de amplificación, siendo el efecto de los altavoces y de los cables modelado como resistencias R y el amplificador como un generador de tensión continua igual a 100 V.

Hay que tener en cuenta que no se transmite en continua, sino en alterna, pero el amplificador proporciona una tensión de 100 V_{rms}. A la hora de estudiar la atenuación producida en la transmisión de la señal en el bucle podemos asemejar el comportamiento del amplificador como un generador de continua.

Como se ha visto en la arquitectura del sistema, este tipo de amplificación permite trabajar con longitudes de cable elevadas ofreciendo pocas pérdidas ya que la corriente que "fluye" es pequeña gracias a los 100 V. El cable utilizado para las conexiones de los bucles tanto entre altavoces como la interconexión con la unidad central es un doble par de cobre y su sección variará según la distancia a recorrer y la resistencia que se quiera que ofrezca.

2.7.1 Fundamentos teóricos

Los cálculos para conocer qué tensión, de los 100 V que ofrece el amplificador a su salida, llega a cada altavoz están basados en las leyes de Kirchhoff.

La primera ley de Kirchhoff establece que “en un nudo, para cualquier instante, la suma de las corrientes que entran, es igual a la suma de las que salen” [22]; entendiendo por nudo cualquier punto del circuito en el cual coincidan más de dos corrientes.

La segunda ley de Kirchhoff hace referencia a las tensiones en una malla y establece que “en cada instante, la suma algebraica de las diferencias de potencial a través de cada elemento de un contorno cerrado, ha de ser cero” [22].

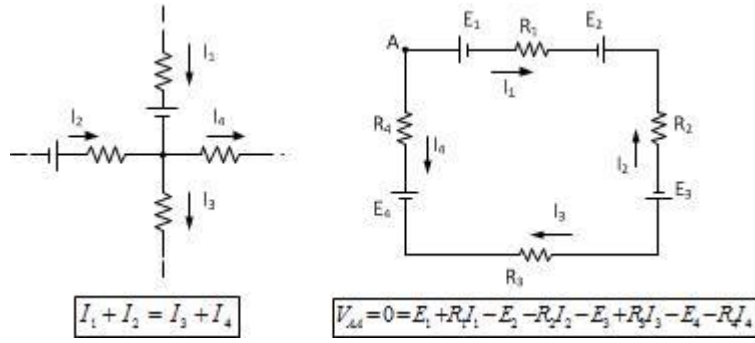


Figura 39. Representación gráfica de la primera (izquierda) y segunda (derecha) leyes de Kirchhoff.

Sobre el circuito equivalente de cada bucle (ver Figura 41 y Figura 42) podemos obtener el voltaje que recibe cada altavoz a su entrada por medio del análisis de tensiones (método de nudos).

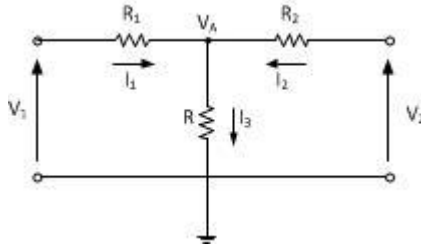


Figura 40. Circuito eléctrico equivalente de un altavoz conectado a una etapa de amplificación en bucle

En el circuito simplificado de la Figura 40 aplicamos la primera ley de Kirchhoff para calcular la tensión que llega al altavoz, representado por R (Ω), en función del voltaje V_1 (V) y V_2 (V) aplicado en los extremos de los cables y la resistencia, R_1 y R_2 respectivamente, que ofrecen éstos.

Tenemos que en el nudo A la suma de las corrientes entrantes ha de ser igual a la suma de las salientes:

$$I_1 + I_2 = I_3 \quad (17)$$

Sustituyendo las intensidades en función de los voltajes y las resistencias, despejamos la tensión V_A que es la que recibirá el altavoz (el cable que une éste con la caja de conexión tiene una resistencia despreciable).

$$\frac{V_1 - V_A}{R_1} + \frac{V_2 - V_A}{R_2} = \frac{V_A}{R} \quad (18)$$

$$V_A = \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \right) \cdot \frac{1}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R} \quad (19)$$

Estos son los cálculos que realizará la herramienta de simulación PSpice.

Resistividad

La resistividad es la resistencia eléctrica específica de cada material para oponerse al paso de una corriente eléctrica. Se designa por la letra griega ρ , sus unidades son $\Omega \cdot m$ y supone la inversa de la conductividad [23].

A partir de ella podemos calcular el valor de la resistencia eléctrica R que ofrece un cable de material específico, conociendo su longitud l en metros y la sección transversal S en mm^2 , aplicando la fórmula (20). De esta forma tenemos que a mayor longitud, mayor resistencia; y a mayor sección, menos resistencia.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad (20)$$

Se empleará cable de cobre cuya resistividad es igual a $1,75 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ y las secciones que ofrecen los fabricantes y que se emplearán para megafonía son de: 1,5, 2,5, 4 y 6 mm^2 . La utilización de una u otra dependerá de la longitud. Para largas distancias (por ejemplo conexión de la unidad central con el primer altavoz del bucle) usaremos una sección de 6 mm^2 que es la que ofrece menor resistencia; 2,5 mm^2 para distancias medias, como pueden ser conexiones entre altavoces en exteriores; y 1,5 mm^2 para las uniones de altavoces en interiores ya que suelen ser distancias muy cortas, siempre y cuando la resistencia no provoque una caída de tensión mayor al 5%.

2.7.2 Simulación en PSpice

PSpice (*Personal Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*) [40] es una herramienta software de simulación de circuitos analógicos y lógicos desarrollada por *Cadence Design System*. En el módulo *Schematics* se representará el circuito eléctrico equivalente a una etapa de amplificación.

Como hemos comentado anteriormente, los amplificadores se modelan como generadores de tensión VDC y le asignamos una tensión de 100 V.

Para los altavoces (de potencia nominal 25 W) se ha escogido una resistencia genérica r cuyo valor resistivo es igual a 400 Ω (ver Tabla 3 donde se indican las impedancias de entradas según la potencia y la tensión de trabajo). Sabemos que en este tipo de megafonía pueden coexistir altavoces de distinta potencia, aunque en este caso sean todos iguales.

El efecto de los cables también se representa como una resistencia genérica. Los valores correspondientes a cada cable que conforma el bucle han sido calculados (Tabla 10) siguiendo la expresión (20). Se ha considerado el recorrido entre las *junction boxes*, que irán instaladas en el mismo poste que las fuentes sonoras. El efecto del tramo que va desde

la caja de conexión al altavoz (de sección 1,5 mm²), cuyo valor resistivo va en serie con el altavoz, es despreciable (ej: 0,004 Ω para una distancia de 1 m).

Tabla 10. Cálculo de la resistencia eléctrica de un conductor de cobre en función de su longitud y sección.

Bucle	Tramo	Origen	Destino	Longitud (m)	Resistividad ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	Sección (mm^2)	R (Ω)
1	1	AMP01	Entrada	350,0	0,0175	6,00	1,02
	2	Entrada	LSP 01.01	141,8	0,0175	2,50	0,99
	3	LSP 01.01	LSP 01.02	43,2	0,0175	2,50	0,30
	4	LSP 01.02	LSP 01.03	12,5	0,0175	2,50	0,09
	5	LSP 01.03	LSP 01.04	42,9	0,0175	2,50	0,30
	6	LSP 01.04	LSP 01.05	39,3	0,0175	2,50	0,28
	7	LSP 01.05	LSP 01.06	44,4	0,0175	2,50	0,31
	8	LSP 01.06	LSP 01.07	38,4	0,0175	2,50	0,27
	9	LSP 01.07	LSP 01.08	18,0	0,0175	2,50	0,13
	10	LSP 01.08	Entrada	52,0	0,0175	2,50	0,36
	11	Entrada	AMP01	350,0	0,0175	4,00	1,53
2	1	AMP02	Entrada	350,0	0,0175	6,00	1,02
	2	Entrada	LSP 02.01	141,8	0,0175	2,50	0,99
	3	LSP 02.01	LSP 02.02	43,2	0,0175	2,50	0,30
	4	LSP 02.02	LSP 02.03	12,5	0,0175	2,50	0,09
	5	LSP 02.03	LSP 02.04	89,8	0,0175	2,50	0,63
	6	LSP 02.04	LSP 02.05	34,2	0,0175	2,50	0,24
	7	LSP 02.05	LSP 02.06	39,4	0,0175	2,50	0,28
	8	LSP 02.06	LSP 02.07	35,2	0,0175	2,50	0,25
	9	LSP 02.07	LSP 02.08	59,7	0,0175	2,50	0,42
	10	LSP 02.08	Entrada	56,7	0,0175	2,50	0,40
	11	Entrada	AMP02	350,0	0,0175	4,00	1,53

Se ha supuesto una distancia de 350 metros entre la entrada a la unidad y el amplificador, el cual se alojará en el rack central del sistema en el edificio de control. El resto de tramos se han medido sobre el plano de PA/GA para la unidad *Hydrocraker*. A la hora de asignar el valor resistivo en PSpice, multiplicaremos el resultado por dos al tratarse de un cable de doble par.

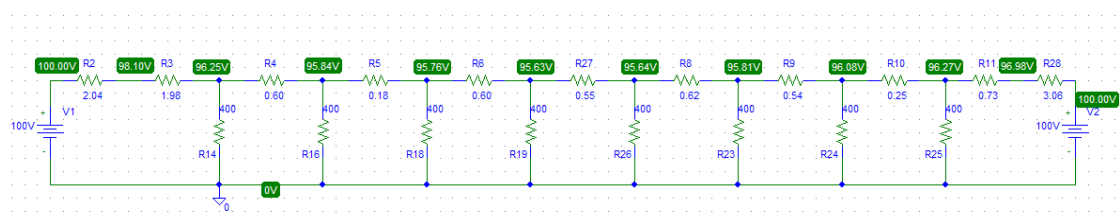


Figura 41. Tensiones sobre las cargas (altavoces) que conforman el bucle 1.

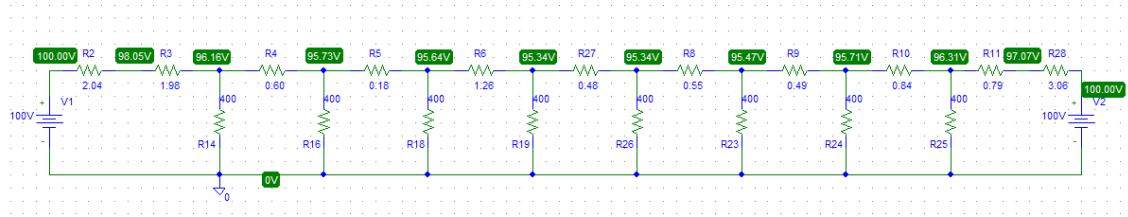


Figura 42. Tensiones sobre las cargas (altavoces) que conforman el bucle 2.

Resultados:

Dada la simplicidad del circuito, bastará con un análisis *Bias Point Details* que muestra el voltaje en los diferentes nodos del sistema. En la Tabla 11 se recopilan todos los resultados obtenidos tras la simulación y comprobamos que en ningún caso se produce una bajada de tensión superior al 5% respecto a los 100 V_{rms} que da el amplificador a su salida.

Tabla 11. Valores de la tensión que llega a la caja de conexión de cada correspondiente altavoz.

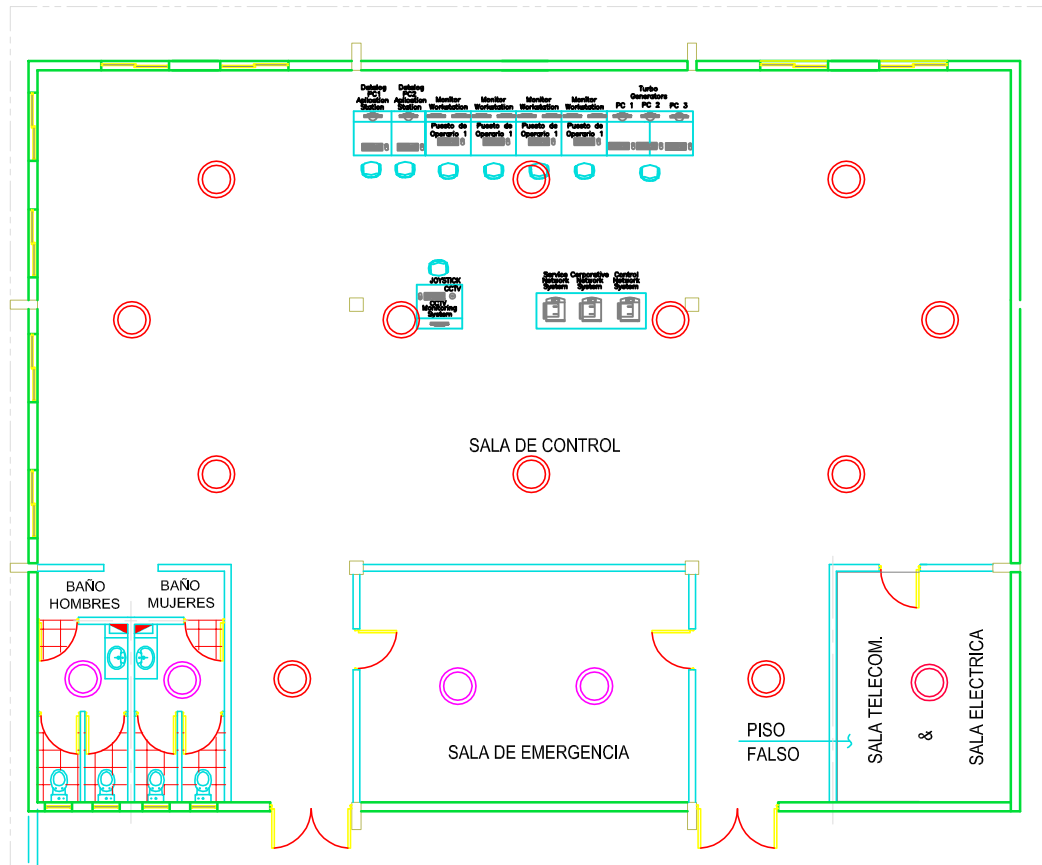
Altavoz	Tens.(V)	Caída en %
Entrada (ida)	98,10	2%
LSP 01.01	96,25	4%
LSP 01.02	95,84	4%
LSP 01.03	95,76	4%
LSP 01.04	95,63	4%
LSP 01.05	95,64	4%
LSP 01.06	95,81	4%
LSP 01.07	96,08	4%
LSP 01.08	96,27	4%
Entrada (vuelta)	96,98	3%
Entrada (ida)	98,05	2%
LSP 02.01	96,16	4%
LSP 02.02	95,73	4%
LSP 02.03	95,64	4%
LSP 02.04	95,34	5%
LSP 02.05	95,34	5%
LSP 02.06	95,47	5%
LSP 02.07	95,71	4%
LSP 02.08	96,31	4%
Entrada (vuelta)	97,07	3%

2.7.3 Conclusiones etapas de amplificación

En este apartado se ha corroborado que un buen sistema de megafonía no se basa únicamente en una buena sonorización sino que el reparto de la potencia y el dimensionamiento de la amplificación necesaria también juegan un papel fundamental en el diseño. Se ha comprobado que la distribución realizada para la unidad *Hydrocracker* cumple con ambas exigencias.

La principal limitación de las etapas de amplificación viene determinada por la potencia que se puede suministrar. En segundo plano entran en juego las limitaciones producidas por las conexiones entre los altavoces y la resistividad de los materiales con que se trabaja. El hecho de utilizar distintas secciones de conductores según las distancias recorridas se debe a la búsqueda de una solución fiable y económica. El cable de sección 6 mm^2 , el de mayor magnitud y por tanto el que ofrece menor resistividad, se reserva para cubrir largas distancias, mientras que para distancias cortas conviene emplear cables de menor sección..

En el caso de que los resultados obtenidos no garantizaran un mínimo de 95 V a la entrada de cada altavoz sería necesario incorporar un nuevo nodo central, de menor tamaño (Figura 14), para reducir de este modo las pérdidas ocasionadas en la intensidad de la señal.



PLANTA
ESC.1:100

LEYENDA

- ALTAVOZ DE TECHO PARA INTERIORES - 30 W
- ALTAVOZ DE TECHO PARA INTERIORES - 6 W

REV	FECHA	EMITIDO PARA	EDITADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
0	23/05/13	DISEÑO	G.M.M.	[TPM O LE]	[INGENIERO]
		PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES EN PLANTAS DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS			 POLITÉCNICA
		Este documento forma parte del proyecto mencionado y no debe divulgarse a terceras personas sin autorización de los autores			
TÍTULO DEL PLANO:		SALA DE CONTROL (PLANTA). SISTEMA PA/GA DISTRIBUCIÓN DE ALTAVOCES			
ESCALA: 1:100		REVISION: 0		FORMATO: A4	HOJA N°: 1 of 1

UNIDAD HYDROCRACKING/HYDROTREATING

ÁREA DE PROCESOS A SONORIZAR




SUBESTACIÓN
(EDIFICIO)

ENTRADA A LA UNIDAD (CABLE)

EDIFICIO

E.XXXXX
N.XXXXX

LEYENDA

-  ALTAVOZ EXTERIOR DE ALTA POTENCIA (DSP-25EExmKT) - BUCLE 1
-  ALTAVOZ EXTERIOR DE ALTA POTENCIA (DSP-25EExmKT) - BUCLE 2
-  POSTE METALICO DE 4,5 METROS

REV	FECHA	EMITIDO PARA	EDITADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
0	23/05/13	DISEÑO	G.M.M.	[TPM O LE]	[INGENIERO]
		PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES EN PLANTAS DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS			 
Este documento forma parte del proyecto mencionado y no debe divulgarse a terceras personas sin autorización de los autores					
TÍTULO DEL PLANO:		UNIDAD HYDROCRACKER. SISTEMA PA/GA DISTRIBUCIÓN DE ALTAVOCES			
ESCALA: N.T.S		REVISION: 0		FORMATO: A4	HOJA N°: 1 of 1

3. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

3.1 Descripción del sistema CCTV

El sistema de circuito cerrado de televisión se diseña con el fin de proporcionar a los operarios y al personal de seguridad de señales visuales referentes a: evolución de procesos específicos de la industria E&P, posibles actividades maliciosas o amenazas, accesos de personal no autorizados a determinadas zonas, respuestas ante situaciones de emergencia y otros eventos de interés.

Estará basado en tecnología IP de forma que pueda visionarse cada cámara, conectadas a una red de área local (LAN) a través de codificadores (*streamers*) de vídeo, en cualquier puesto de seguridad/operario.

El DVM, *Digital Video Manager*, es el centro de gestión al que estarán conectados todos los equipos. Se encargará de la transmisión de las señales de vídeo a través de la red así como la configuración de parámetros (resolución de la imagen, codificación, *fps - frames per second*, etc.). Además, este módulo tendrá conexión con los demás sistemas de seguridad y en caso de evento (emergencia, amenaza) podrá realizar de forma automática una serie de acciones predeterminadas para cada situación (por ejemplo: monitorización de una cámara específica y aumento de la resolución de la misma).

Las cámaras se instalarán de forma que proporcionen visibilidad sobre las siguientes localizaciones:

- Accesos de entrada y salida a la planta, a los edificios y a las distintas unidades de procesos
- Procesos GNL⁷ y GLP⁸
- Tanques de almacenamiento
- Vallado perimetral

El sistema será redundado con la instalación de un rack de seguridad secundario que disponga de un segundo DVM y distintos servidores tanto para cámaras como para almacenamiento e interconexión. De esta forma se garantiza la continuidad del servicio si el DVM primario deja de funcionar cualquiera que sea el motivo. En cuanto a las cámaras, no serán redundadas. En su lugar, habrá disponible en el almacén de la planta material de

⁷ El GNL (Gas Natural Licuado) es el proceso en el que se transforma el gas natural a forma líquida para facilitar su transporte. Es la mejor alternativa para monetizar reservas en sitios recónditos, donde no es económico llevar el gas natural directamente ya sea por gasoductos o por generación de electricidad.

⁸ El GLP (Gas Licuado de Petróleo) es el proceso en el cual se mezclan los gases licuados presentes en el gas natural o disueltos en el petróleo.

repuesto para en caso de que una cámara u otro equipo falle, el gestor del DVM envíe un mensaje al puesto de control para dar el aviso y así la cámara pueda ser reemplazada con la mayor brevedad posible.

Con todo ello, el diseño de un sistema CCTV incluye:

- Distribución e instalación de las cámaras de vídeo.
- Dimensionamiento y puesta en marcha de una unidad central para gestión y control.
- Diseño de una red LAN para la transmisión del vídeo digital a través de fibra óptica (si se emplea tecnología IP).
- Instalación de puestos de operarios con monitores LCD para el visionado de la señal de vídeo.
- Servidores para almacenar las grabaciones.
- Interconexión con los sistemas ACS, POB e IDS.

En las zonas clasificadas de carácter explosivo deberá instalarse equipamiento que cumpla con la directiva ATEX.

3.2 Fundamentos teóricos para el sistema CCTV

En esta sección se quieren recopilar los aspectos teóricos más relevantes sobre los que se fundamenta un sistema de videovigilancia en entornos digitales [28] [32]. Podemos diferenciar cuatro bloques en los que entra en juego la señal de vídeo: grabación, compresión, almacenamiento y transmisión.

3.2.1 Cámaras de vídeo

Las cámaras son los equipos que generan la señal de vídeo. A través de una lente u objetivo los sensores captan una imagen bidimensional del entorno la cual se rastrea transformándola en una señal eléctrica unidimensional (tensión en función del tiempo). De esta se puede descomponer la cámara en tres partes:

- Sistema óptico formado por la lente u objetivo y el bloque óptico que incluye elementos internos propios de cada cámara.
- Cuerpo de la cámara formado por los sensores y la electrónica necesaria para obtener y procesar la señal eléctrica de salida.
- Adaptadores de salida y posibles sistemas auxiliares.

Objetivo – Sistema de lentes

Sistema que contiene el conjunto de lentes convergentes y divergentes encargadas de determinar la imagen captada por el soporte fotosensible (sensor) mediante el redireccionamiento de los haces de luz; y establece la cantidad de luz que reciben los sensores.

Tienen una serie de características definidas comúnmente para todas las cámaras pero cuyos valores varían según el tipo de aplicación en la que trabajen. En nuestro caso, para videovigilancia, algunos de estos parámetros vienen ya determinados por los requisitos que impone el cliente y que están indicados en el punto 1.3. A continuación se exponen los más relevantes:

Tamaño del sensor y de la imagen

La imagen captada en el sensor ocupa una superficie circular al ser la lente redonda. Como se sabe, las imágenes dadas por la cámara son rectangulares por lo que el elemento sensor es de la misma forma. Esto supone que parte de la señal proporcionada por la lente se desprecia. El mayor aprovechamiento se tiene cuando el rectángulo formado por el sensor queda inscrito en el círculo creado por la lente.

El tamaño del sensor viene dado por la medida del diámetro del círculo que inscribe la imagen dado en pulgadas, tomando valores como por ejemplo: 1/4'', 1/2'', 2/3'', etc.

En cuanto a la imagen, se observa que existe una relación fija entre el ancho y el alto del rectángulo de la misma, lo que se denomina ‘Relación de Aspecto’. Suele expresarse como una relación entre dos cifras X:Y que indican la proporción del ancho y el alto. Las más comunes en la práctica son 4:3 y 16:9.

Distancia focal

La distancia focal se define como “la distancia entre el centro óptico de la lente y el foco (o punto focal) cuando enfocamos al infinito” [29] y se mide en mm. El foco es el punto del eje óptico al que convergen, después de pasar por la lente, todos los rayos que sean paralelos a dicho eje. La distancia focal f influye en el enfoque de la imagen así como en la profundidad de campo y en la apertura del diafragma como se mostrará más adelante.

Salvo estructuras especiales, a mayor distancia focal más largo es el objetivo. El sensor permanece fijo por lo que el enfoque se consigue desplazando la lente.

Se dice que una lente es fija cuando la distancia focal tiene un valor fijo, mientras que una lente con zoom es aquella que incorpora un dispositivo que permita modificar la distancia focal entre dos límites. Las cámaras con zoom disponen de un objetivo formado por varias lentes y el margen del zoom suele venir definido como una relación resultado de dividir el valor máximo entre el mínimo. Por ejemplo, una relación de zoom igual a x10 significa que el valor máximo de la distancia focal es diez veces mayor que el valor mínimo.

Ángulo de visión o captación

El ángulo de vista se define como el margen angular que delimita los objetos que pueden ser enfocados en el sensor de la imagen. Al ser el formato rectangular pueden distinguirse dos valores para el plano vertical y el plano horizontal.

El ángulo de visión ψ depende del tamaño de la imagen (y') y de la distancia focal f siguiendo la ecuación (21) y sustituyendo el valor y' por los valores del ancho y el alto para obtener los diferentes ángulos de captación:

$$\psi = 2 \cdot \arctan \frac{y'}{2f} \quad (21)$$

Ambos valores, vertical y horizontal, definen una pirámide rectangular cuyo vértice se encuentra en la propia lente de forma que todos los objetos dentro de él pueden ser captados por el objetivo y proyectados sobre el sensor.

Diafragma

El diafragma, también conocido como ‘iris’, es un elemento del que disponen los objetivos por el cual queda limitada la cantidad de luz que entra por la lente e incide sobre el sensor.

Viene definido como el diámetro del orificio circular que permite el paso de la luz y éste puede ser seleccionado por el usuario en varias posiciones. De esta manera se controla la luminosidad, o brillo, de una imagen.

Para evaluar la cantidad de luz que llega al sensor se define el parámetro ‘apertura del diafragma’, F , que es función de la distancia focal (f) y del diámetro del diafragma (ϕ):

$$F = \frac{f}{\phi} \quad (22)$$

Cuanto menor es el F seleccionado en la cámara, mayor es la cantidad de luz que atraviesa la lente.

Profundidad de campo

El rango de distancias a las que se encuentran los objetos que quedan enfocados en una misma imagen se denomina ‘profundidad de campo’. Por tanto, cuanto mayor sea la profundidad de campo podrán enfocarse un mayor número de objetos.

La profundidad de campo no es un valor fijo ni depende únicamente de la lente, sino que es el resultado de varios factores. En general puede considerarse:

- A mayor distancia de enfoque, mayor profundidad de campo.
- A menor F (apertura del diafragma), mayor profundidad de campo.
- A menor f (distancia focal), mayor profundidad de campo.

Bloque óptico

Este bloque se encuentra alojado en el interior del cuerpo de la cámara y lo forman un conjunto de elementos ópticos internos propios de cada cámara entre los que pueden encontrarse:

- Filtros de temperatura de color para poder realizar el balance de blancos y asemejar lo máximo posible los colores de la escena en la imagen.
- Filtros UV (Ultra-Violeta) para bloquear el paso de dicha luz evitando perturbaciones en la imagen y una exposición excesiva al captar imágenes.
- Filtro de infrarrojos que permiten captar partes del espectro lumínico (rango entre 700 y 1200 nm) no visibles para el ojo humano. Son útiles para aplicaciones de visión nocturna.
- Filtro paso bajo para evitar el efecto de *aliasing* que puede aparecer en los sensores.

Sensibilidad

La sensibilidad de una cámara se especifica como “la cantidad de luz, expresada en Lux⁹, de la escena para que con un cierto número F, los sensores den un nivel de señal adecuado” [28].

Como ejemplo, el modelo de cámara ‘PTZ 18X Color’ de la gama *ACUIX™ ES Domes* tiene indicado en su hoja de características (disponible en el Anexo 4) un valor de iluminación mínima de <1.0 lux (F1.4 IRE 50)>. Esto quiere decir que para una escena iluminada con 1.0 lux y captada por un sistema óptico cuya apertura del diafragma sea 1.4 se obtiene a la salida de la cámara una señal de calidad media.

El parámetro IRE 50 es el que refiere a la señal de salida. El IRE es una unidad que mide el rango de la amplitud de la señal de video compuesto, y está estandarizada por el *Institute of Radio Engineers*.

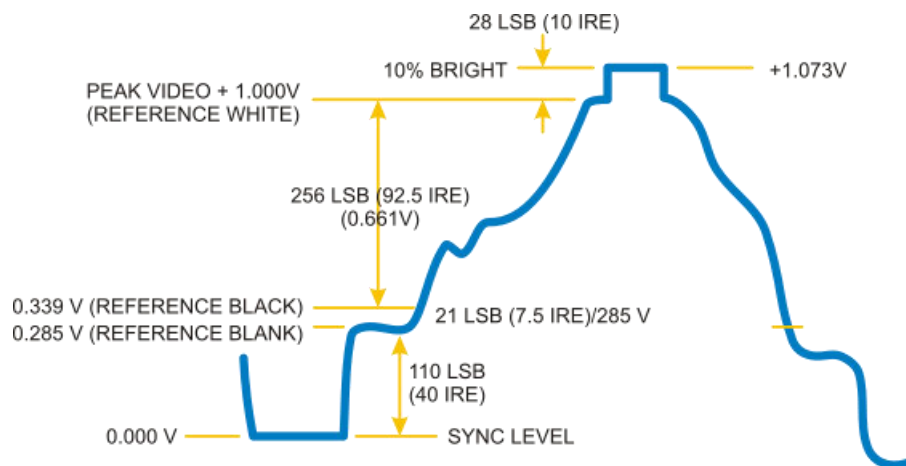


Figura 43. Señal de vídeo compuesto con niveles de referencia y valores del IRE indicados.

En la Figura 43, está representada la señal de vídeo compuesto e indicándose los niveles de referencia en voltios para blanco (*white*), negro (*black*), barrido (*blank*) y la señal de sincronismo (*sync*). El término LSB hace referencia a los niveles de cuantificación asignados al pasar la señal en tiempo discreto (tras muestreo) en una señal cuantificada. A menor LSB, la diferencia entre el nivel real y el cuantificado podrá ser mayor y por lo tanto más alejada de la realidad.

Sensores

El sensor de una cámara se basa en un conjunto de elementos semiconductores fotosensibles (llamados foto-diodos) que generan una carga eléctrica proporcional a la luz que reciben. Según el modo en que se muestreen los fotodiodos y se extraigan las cargas

⁹ Lux es la unidad del Sistema Internacional para expresar la luminancia o nivel de iluminación de una escena.

hacia la salida surgen distintas tecnologías, siendo la de ‘dispositivos de carga acoplada’ (CCD) una de las más empleadas.

Procesadores

Las cámaras también van equipadas de circuitería para el tratamiento de la señal de forma que puedan corregirse imágenes que el sensor no haya representado correctamente antes de salir a otros equipos.

Un ejemplo de procesador puede ser el WDR (*Wide Dynamic Range*) que permite el tratamiento del rango dinámico de la imagen. En escenas con mucha luz, o por el contrario oscuras, los valores de luminancia captados por el sensor se encuentran muy próximos entre sí por lo que en la imagen resultado se aprecian difícilmente los objetos que pueda haber en ella. Con este procesador se expanden los niveles de luminancia sobre todo el rango, dejando una imagen más acorde con la realidad.

Es una aplicación muy utilizada en videovigilancia para proporcionar imágenes claras en ambientes oscuros o con contraluz.

Codificadores

En cámaras digitales, la señal analógica de vídeo compuesto generada por el sensor es digitalizada y codificada para su tratamiento (procesado y compresión) y transmisión como señal de vídeo SDI (*Serial Digital Interface*). Por ello es necesario incorporar codificadores que realicen esta conversión analógico-digital.

La señal SDI es la señal de vídeo digital estandarizada, cuyas especificaciones están recogidas en la Recomendación ITU-R BT.656 [30]. La interfaz digital serie permite una interconexión unidireccional entre dos equipos, una fuente y un destino, a través de una conexión única.

El ancho de banda de la señal SDI, expresado como un régimen binario (R_b) en Mbps, depende de varios parámetros como la resolución (píxeles por línea), relación de aspecto, etc. En la Tabla 12 se indican estos parámetros y el ancho de banda resultado para una señal SDTV de 25 imágenes/s, 625 líneas/imagen y formato 4:2:2.

Tabla 12. Parámetros de la señal SDI para vídeo SDTV según la norma ITU-R BT.656.

Aspecto	Resolución	Luminancia		Crominancia C_b		Crominancia C_r		R_b
		Y^*	F^{**}	C_b^*	F^{**}	C_r^*	F^{**}	
4:3	720x576	864	13,5 MHz	432	6,75 Mhz	432	6,75 MHz	270 Mbps
16:9	960x576	1152	18 MHz	576	9 MHz	576	9 MHz	360 Mbps

* Muestras totales (activas + borrado) por línea

** Frecuencia de muestreo

El valor del régimen binario se obtiene de multiplicar: imágenes por segundo * líneas por imagen * muestras totales ($Y+C_b+C_r$) por línea * bits con los que se codifica cada línea.

Como ejemplo, para una imagen con relación de aspecto 4:3 se tiene:

$$R_b = 25 \text{ im/s} \cdot 625 \text{ lin/im} \cdot (864 + 432 + 432) \text{ muestras/lin} \cdot 10 \text{ b/muestra} \\ = 270 \text{ Mbps}$$

Sistemas auxiliares

Las propias cámaras pueden llevar integrados otros módulos para completar los servicios que éstas ofrecen, como puede ser un sistema de grabación de audio y la luz de *tally* (para aplicaciones de estudios de TV, pequeño LED situado en la parte superior que al encenderse indica que se está transmitiendo señal de esa misma cámara).

Un ejemplo para videovigilancia puede ser el sistema TDR (*True Day Night*). Para aplicaciones de CCTV es común que las cámaras sean sensibles a los rayos infrarrojos con el fin de permitir la visión nocturna. Algunas de las frecuencias que captan están cercanas a la luz visible por lo que durante el día puede influenciar en la imagen causando desviaciones en cuanto al color. Por ello se implementa un mecanismo TDR que se basa en un motor para desplazar un filtro para infrarrojos.

Cuando la cámara entra en modo día el filtro se desplaza hasta el frente del objetivo filtrando los rayos infrarrojos y dando una imagen con colores reales. Al entrar en modo noche, el motor se encarga de mover el filtro fuera del alcance de las lentes dando una imagen de visión nocturna.

Adaptadores de salida

Tanto la señal analógica como la digital SDI suele transmitirse por cable coaxial empleando conectores BNC en sus extremos, por lo que si se quiere hacer uso de distintas conexiones (cables UTP, fibra óptica...) es necesario incorporar adaptadores a la salida de la cámara que permitan distintos enlaces con otros equipos.

3.2.2 Compresión MPEG-4 [31]

Los regímenes binarios de la señal SDI obtenidos tras digitalizar la señal analógica que da el sensor (ver Tabla 12) son inviables para trabajar en sistemas con múltiples cámaras puesto que el ancho de banda sería amplísimo. Por ello, siempre se realiza una compresión del vídeo antes de transmitir la señal por la red de CCTV.

MPEG utiliza las siguientes técnicas de compresión para vídeo [32]:

- Submuestreo de la señal de crominancia.
- Cuantificación de la señal discreta.
- Traslado al dominio de la frecuencia mediante la transformada discreta del coseno (DCT) consiguiéndose que la mayor parte de la información de la imagen quede cifrada en muy pocos coeficientes.
- Compensación de movimiento.
- Utilización de códigos de longitud variable (VCL).
- Interpolación de imágenes, no enviándose todas las imágenes completas.
- Codificación predictiva, aprovechando el alto grado de correlación entre imágenes de una misma secuencia.

MPEG-4 es la sucesión de los anteriores estándares MPEG-1 y MPEG-2 añadiendo nuevas características [33] como diversos tipos de interactividad, archivos compuestos que incluyan audio, vídeo y modelado 3D orientado a objetos, soporte VRML para 3D...

Existen diferentes perfiles y niveles que establecen una serie de herramientas y parámetros que pueden ser definidos por el usuario con el fin de implementar un decodificador acorde con las características escogidas. Algunos de los parámetros a elegir son: tasa máxima de bits, buffer máximo (kbits), tipo de sincronización, multiplexación...

3.2.3 Almacenamiento de grabaciones

En sistemas de CCTV las grabaciones proporcionadas por las cámaras han de permanecer guardadas durante un tiempo limitado, que deberá ser definido en los requisitos de cada proyecto. La forma más convencional de almacenarlas es por medio de discos duros.

Los discos duros son dispositivos que permiten almacenar datos sobre un soporte magnético. Se puede llevar a cabo la conexión de varios discos en paralelo conectados a un bus común con el fin de:

- Aumentar el régimen binario asignado a una señal para su tratamiento/transmisión.
- Aumentar el número de señales manejadas simultáneamente.
- Aumentar la capacidad de almacenamiento o duración de la grabación.

Comúnmente se emplean dos tipos de interfaces de transmisión de datos entre un servidor y los dispositivos de almacenamiento: SCSI y ATA. El número de discos que pueden conectarse en paralelo viene limitado por el régimen binario o por el número de conexiones que admita el bus. Para evitar estas limitaciones y poder manejar regímenes

binarios mayores se han desarrollado otras interfaces, como continuación de las dos descritas, implementando buses de discos en serie: SAS (*Serial Attached SCSI*) y SATA (*Serial ATA*).

Los sistemas de almacenamiento de grabaciones que se basan en agrupaciones de múltiples discos duros (*arrays*) se denominan RAID (*Redundant Array of Independent Disks*). Pueden diferenciarse cinco estructuras de RAID según su configuración:

- RAID-0. Los datos se dividen entre los discos sin incluir redundancias. No es aconsejable para entornos críticos como videovigilancia.
- RAID-1. Todos los datos son almacenados por duplicado en discos de diferente array. Para entornos de máxima seguridad.
- RAID-3. Se generan nuevos datos de paridad para almacenarlos en un disco específico del array.
- RAID-5. Se generan datos de paridad que se graban repartidos en los diferentes discos que conforman el array.
- RAID-6. Amplía el nivel 5 añadiendo otro bloque de paridad.

La solución de CCTV propuesta empleará la tecnología RAID-5 que es la que se utiliza en sistemas en los que pueda solicitarse múltiples señales desde distintos terminales. Esto puede darse en nuestro caso en el que habrá varias *workstation* que puedan solicitar las grabaciones de diferentes cámaras.

Red de almacenamiento

Para aplicaciones con un almacenamiento grande, cada array de discos duros tendrá enlace con un servidor, el cual se conectará con varios terminales de usuario (*workstation*) y otros dispositivos. El servidor consiste en un ordenador de altas prestaciones con los dispositivos básicos para el funcionamiento del sistema de grabación:

- El bus de alta velocidad para conectarse al RAID.
- Tarjetas de entrada y salida de vídeo digital con buffer y tarjetas de procesado.
- Discos de vídeo con régimen binario y duración adecuados
- Tarjetas de red LAN para la conexión a la red NAS.

A partir de éstos se crean redes de almacenamiento para permitir la interconexión de varios servidores conectados en una red de área local de tipo Ethernet (LAN). Este tipo de almacenamiento recibe el nombre de red SAN (*Storage Area Network*) y la representación de su estructura puede verse en la Figura 44.

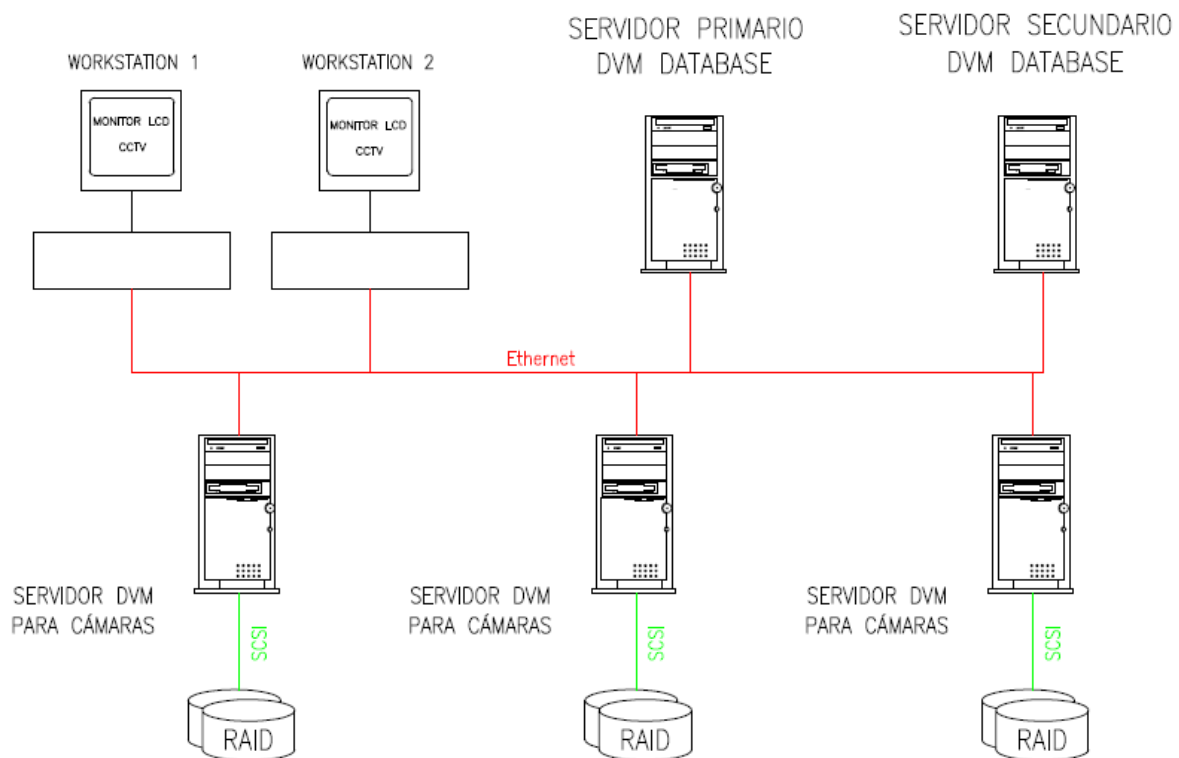


Figura 44. Diagrama de la estructura de una red de almacenamiento SAN (Storage Area Network).

3.2.4 Transmisión de vídeo [34]

Para el sistema CCTV bajo estudio la transmisión de datos se hará sobre protocolo TCP, propio de redes IP.

Existen además otros protocolos que pueden aplicarse para la transmisión de vídeo sobre TCP/IP y que dan mayor fiabilidad a la red. Los protocolos RTP (*Real Time Transport Protocol*) y RTCP (*Real Time Control Protocol*) se emplean para el transporte y control de datos respectivamente en tiempo real. El RSVP (*Resource Reservation Protocol*) tiene como función reservar la calidad de servicios (*QoS*) a lo largo de toda la red. Otros protocolos de aplicación que trabajan sobre TCP/IP son HTTP (utilizado para la interfaz web del sistema en las *workstations*) y NTP (*Network Time Protocol*, para sincronizar todos los equipos y todas las señales de vídeo del sistema).

En cuanto a la transmisión desde el emisor al receptor pueden diferenciarse dos métodos de transmisión según cómo se distribuyan los datos por la red: *unicast* y *multicast*.

Unicast

Se establece una conexión punto a punto entre el usuario (también denominado cliente o *host*) y el servidor, solicitando el primero una señal de vídeo y el segundo encargándose de enviar los paquetes de datos al usuario a través de la red y junto con la dirección IP de éste.

En caso de que varios clientes soliciten el mismo contenido, el servidor creará tantos paquetes como solicitudes hechas con sus respectivas direcciones IP enviando la información de forma independiente.

Esto evidencia que en caso de múltiples solicitudes se necesite un gran ancho de banda. Como ventaja para *unicast*, se tiene un mayor control sobre las transmisiones y recepciones de las grabaciones.

Multicast

Cuando el ancho de banda es reducido o bien la cantidad de accesos esperados superara la capacidad de conexiones a la red LAN, se emplea la tecnología *multicast*.

Este método se basa en la transmisión punto - multipunto por la que un mismo paquete es distribuido por la red hasta poder llegar a varios usuarios. Los *routers* serán los encargados de atender las peticiones de los dispositivos de usuario (cliente) y de realizar la copia de los paquetes de datos. Además se encarga de controlar los accesos a los contenidos.

El proceso que se sigue es el siguiente: el usuario envía una petición de una señal de vídeo al *router* y éste comprueba si ya está enviando esa señal a otro usuario, y en caso afirmativo realizará la copia de los datos y la enviará al usuario. En caso contrario, tendrá que solicitar a otro *router* la señal de vídeo y este segundo *router* hacer el mismo procedimiento que el anterior hasta que se obtenga la señal requerida. Para dejar de recibir información, el cliente manda un mensaje al *router* y éste finaliza la transmisión.

En *multicast*, el ancho de banda que necesita la red es mucho menor que en *unicast*.

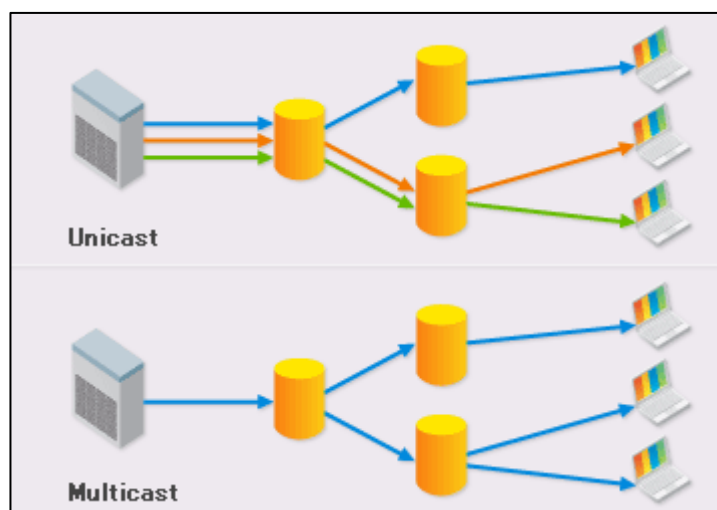


Figura 45. Diagrama de transmisión *unicast* y *multicast* en la que se aprecia las señales que salen de los servidores, cómo se distribuyen por los distintos *routers* que conforman la red (cilindros amarillos) hasta llegar a los usuarios.

3.3 Equipamiento

Para el circuito cerrado de televisión se ha optado por la solución del fabricante Honeywell [26], empresa multinacional con amplia experiencia en proyectos de *Oil&Gas* y que oferta gran variedad de soluciones de ingeniería entre las que se encuentran sistemas de vídeo para CCTV.

El sistema estará compuesto por los elementos descritos a continuación y cuyas hojas de características pueden consultarse en el Anexo 4:

Unidad Central – Digital Video Manager (DVM)

Centro neurálgico desde el que se gestiona todo el circuito cerrado basado en IP. A su vez estará conectado con la plataforma de integración instalada en la planta para el conjunto de sistemas de seguridad. Esto hará posible que ante cualquier alarma procedente de otro sistema (control de accesos, perimetral, PA/GA...) puedan iniciarse una serie de eventos predefinidos.

Esta unidad será redundada, habrá un primario y un secundario, y deberán solicitarse las licencias pertinentes según el número de cámaras y *workstations* que incluya el diseño.

El DVM consiste en dos tipos de servidores:

Servidor para la base de datos (DVM Database Server)

Permite realizar los siguientes servicios:

- Configuración de los parámetros para la gestión del sistema y de las cámaras.
- Configuración de las cámaras, secuencias de visualización, pantalla múltiple (*videowall*¹⁰).
- Configuración de los tipos de grabación.
- Definición de las comunicaciones de los servidores de cámaras con los puestos de control y los codificadores de vídeo.
- Opciones avanzadas de búsqueda

Servidor para las cámaras de vídeo – DVM Camera Server

Este equipo se emplea para controlar las funcionalidades de la cámara y proporcionar capacidad de grabación. Se encarga de:

- Solicitar, transmitir y recibir el vídeo en vivo desde la red a los cada *streamer*.

¹⁰ Conjunto de monitores desplegados conjuntamente sobre un panel para poder gestionar y visionar distintas señales de vídeo sin importar el número total de éstas.

- La transmisión *unicast* o *multicast* de las señales a los puestos de control, (más adelante se explicarán estas transmisiones).
- Recibir comandos de control para las cámaras desde las *workstations* y enviar éstos a las cámaras.
- Almacenar y grabar el vídeo en vivo.
- Recuperar señales archivadas en servidores de almacenamiento.

Ambos servidores trabajarán sobre el sistema operativo *Windows* y estarán soportados por el hardware *Dell PowerEdge R710*. Se ha escogido este modelo por tratarse de equipamiento robusto y las soluciones de este fabricante son comúnmente utilizadas en la automatización de plantas industriales. Para el servidor de cámaras, el hardware llevará además incorporado una tarjeta SCSI para poder conectarse con los discos duros de almacenamiento.

Array de discos duros para almacenamiento

Estos dispositivos formarán parte del servidor de cámaras con el fin de almacenar las grabaciones de vídeo. Se ha optado por el modelo *Dell PowerVault MD1000* por mantener la consistencia con el resto de equipos. Se trata de módulos de expansión de los servidores que permiten albergar en un único chasis hasta 15 discos duros para almacenamiento. Estarán bajo una configuración RAID-5 (ver sección 3.3 de fundamentos teóricos).



Figura 46. Servidor Dell™ PowerEdge™ R710 (izquierda) y módulo de almacenamiento en discos duros Dell™ PowerVault™ MD1000 (derecha).

Todo el material incluido en el DVM, así como la plataforma de integración, irá alojado en racks específicos para la seguridad de la planta. Éstos dispondrán de paneles tomas de corrientes para poder alimentar a todos los dispositivos del rack.

Switches de distribución

Para la correcta transmisión y conexiones entre todos los equipos que conforman la red LAN para CCTV es necesario la instalación de *switches* de distribución.

Los *switches* [27] son conmutadores que sirven para interconectar los elementos de una red distribuyendo las tramas de datos entre las diferentes tarjetas de red (NICs). Operan en la capa 2 del modelo OSI referente a la capa de enlace de datos.

Estos dispositivos se instalarán en la sala de control donde se albergan los racks de seguridad, edificios donde haya puestos de operarios y en las subestaciones de la planta a las que se conecten las cámaras para su alimentación.

Workstation

Consiste en un PC provisto de la licencia correspondiente para poder operar dentro del sistema CCTV. Dicho ordenador dispondrá de un monitor para la visualización de las señales de video o incluso podrá conectarse a un *videowall* según el servicio que se quiera dar a cada puesto. Como se ha comentado el sistema proporciona seguridad a la planta en cuanto a posibles actividades delictivas, al control de accesos y así como a la supervisión de los procesos llevados a cabo en ella.

En las *workstations* se desarrollarán todas las opciones que permite el sistema DVM.

Como ejemplo se ha optado por el modelo *Dell Precision T3400* cuyas características están disponibles en el Anexo 4.

Mando de control

Para proporcionar control remoto sobre las cámaras se proveerá a cada puesto de operario de un mando que permita múltiples operaciones como alternar la señal monitorizada, llamada a una cámara concreta, etc.

El modelo *UltraKey* de Honeywell dispone de una pantalla LCD táctil para ejecutar dichas acciones. Dispone además de un *joystick* para el manejo del mecanismo PTZ de las cámaras (rotación de las cámaras en el plano horizontal y vertical).



Figura 47. Mando de control remoto para las cámaras de vídeo (modelo *UltraKey* de Honeywell).

Cámaras de vídeo

Existen una amplia variedad de modelos de cámaras para aplicaciones de videovigilancia: analógicas/IP, color/blanco y negro, día/noche, fijas/PTZ, domo, anti-vandálicas...

Se han escogido cámaras a color con mecanismo PTZ que reúnen las características mínimas descritas en los requisitos de CCTV (ver sección 1.3). Según donde estén ubicadas, en interiores o exteriores, se emplearán los modelos de la solución *ACUIX™ ES Domes* (Figura 48).

Los modelos domo corresponden a una cámara de tamaño pequeño que se instala dentro de una carcasa de forma abovedada y son muy utilizadas en entornos de seguridad. Entre sus ventajas destacan la dificultad de ver hacia qué dirección enfocan y el difícil acceso a las conexiones. Al ser además PTZ pueden moverse horizontalmente, verticalmente y acercarse o alejarse a un área u objeto de forma manual (remotamente) o automática.



Figura 48. Cámara de techo para interiores (a), colgante para exteriores (b) y para zonas con clasificación ATEX (c).

En el estudio de la viabilidad del sistema con la herramienta JVSG se corroborará la viabilidad de dichos modelos cuyas características están descritas en el catálogo del Anexo 4.

A la hora de definir la lista de materiales tendrá que considerarse todo el equipamiento necesario para la instalación de las cámaras, como pueden ser los soportes de montaje, báculos, pantallas de protección...

Fuentes de alimentación

Las cámaras de la solución *ACUIX™ ES Domes* requieren de alimentación alterna, 24 VAC, por lo que se hace necesario la instalación de una UPS para cada cámara. Ésta irá alojada en la caja de conexionado correspondiente.

Codificadores MPEG-4

El equipo *AXIS 241S Video Server* (Figura 49) permite a las cámaras de vídeo analógicas ser integradas en sistemas de videovigilancia basados en tecnología IP. Convierten la señal de video analógica recibida de las cámaras en una señal digital de video comprimido (*streaming*) para ser distribuida por la red LAN.

Los codificadores se encargan además de enviar las señales necesarias para el control remoto de los parámetros de rotación de la cámara y zoom (mecanismo PTZ) a través de su puerto serie por medio del protocolo Pelco-D.



Figura 49. Codificador MPEG-4 Axis 241S Video Server.

Cajas de conexionado – Junction boxes

Cada cámara deberá ir provista de una caja de conexionado con el fin de que todas las conexiones necesarias se realicen en el interior de cada *junction box*. De esta forma se garantiza la seguridad de los enlaces y equipos que albergan y facilita el mantenimiento al ubicarse en zonas accesibles lo más próximas posible a la cámara.

La protección mínima requerida es IP67. Este índice corresponde protección contra el acceso a las partes conductoras de tensión y piezas móviles internas, además de contra la penetración de polvo (IP6X); y protegido ante la inmersión temporal en el agua bajo unas condiciones de 1 m de profundidad durante 30 minutos.

Los dispositivos concretos que irán alojado en ellas se definirán en la sección 3.3 en la que se explica la arquitectura del sistema.

Transmisor y receptor de fibra óptica

Estos dispositivos se utilizan para transmitir, o bien recibir, la señal digital de vídeo y la información de datos a través de fibra óptica.

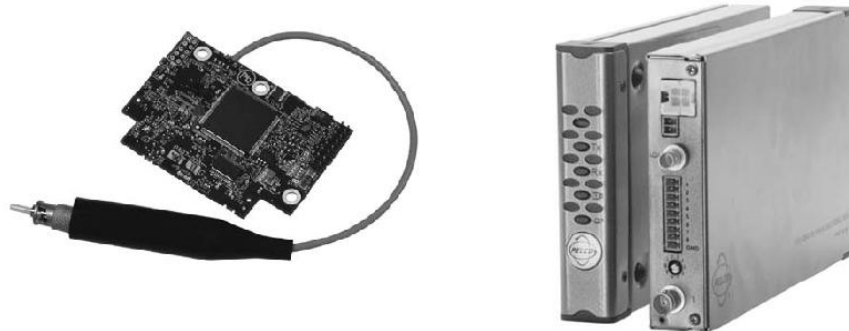


Figura 50. Modelos de transmisor (izquierda) y de receptor (derecha) de fibra óptica.

Convertidores de medio

Debido a la confluencia de transmisiones por fibra óptica y por cable UTP dentro del mismo sistema es necesario instalar un equipo que permita la interconexión entre cobre y fibra, los llamados convertidores de medios. De esta manera se pueden establecer conexiones de equipos UTP que trabajan sobre Ethernet con enlaces de fibra óptica aprovechando las ventajas que ofrece ésta (despliegue en distancias más largas, mayor ancho de banda, protección de la señal frente a ruido e interferencias...).



Figura 51. Modelo de conversor de Ethernet (par trenzado de cobre) a fibra óptica.

3.4 Arquitectura del sistema CCTV

Una vez expuestos los fundamentos teóricos necesarios para comprender el funcionamiento del sistema y descrito el equipamiento que lo compone, se va a desarrollar la estructura que sigue todo el circuito cerrado de televisión (Figura 54).

El CCTV se basa en un conjunto de cámaras instaladas a lo largo de toda la refinería y conectadas todas ellas a una red LAN para su transmisión, grabación y posible procesamiento. Recordamos que las transmisiones a lo largo de la red están soportadas sobre IP. Todas las señales de vídeo podrán monitorizarse en los diferentes puestos de control o seguridad, así como puestos de operarios técnicos para la supervisión de los procesos. La unidad central deberá ser capaz de almacenar las grabaciones de un intervalo de tiempo (días o semanas) estipulado según necesidades del cliente.

Además, tendrá que estar interconectado con el resto de sistemas de seguridad implementados en la planta (ACS, IDS, POB, PA/GA) a través de una plataforma integradora. Esta interconexión no entra dentro del alcance de este proyecto.

El centro neurálgico será la unidad central, basada en la solución software *Digital Video Management* (DVM) la cual se encargará del control y la gestión de todo el sistema. El DVM se compone de dos tipos de servidores: un *DVM Database Server* y un conjunto de *DVM Camera Server*; ambos conectados mediante protocolo TCP/IP en la red LAN (Ethernet). El servidor de cámaras estará a su vez conectado con los arrays de almacenamiento por medio de cable SCSI.

El servidor de datos, *DVM Database Server*, será redundado en su totalidad instalándose un segundo rack de seguridad que albergue al DVM secundario. Los datos de ambos estarán por duplicado, el primario sincronizará su base de datos con el secundario siempre que ocurra algún cambio en el sistema. Todas las funciones se desarrollan en el servidor primario. En caso de pérdida de servicio en el primario, el servidor secundario tomará automáticamente el control del circuito cerrado. De esta forma queda garantizado el funcionamiento de la red ininterrumpidamente.

Todas las grabaciones se almacenarán en los servidores de cámaras hasta que sean eliminadas o archivadas. El DVM controla dichas grabaciones. El espacio de almacenamiento está proporcionado por el módulo de expansión de discos duros que se conecta al *DVM Camera Server* bajo una configuración RAID-5.

En resumen, cada unidad central (primaria y secundaria) estará compuesta por:

- Un equipo *Dell PowerEdge R710* que actúa como *DVM Database Server*,
- Un conjunto de *Dell PowerEdge R710*, según dimensionamiento del sistema, que operan como *DVM Camera Servers*.

- Cada servidor de cámara dispondrá de un array de discos duros para almacenamiento soportados por el módulo de expansión *Dell PowerVault MD1000*.

Las conexiones entre los distintos dispositivos están indicadas en la Figura 52. El servidor de datos será el que cree los enlaces con la red LAN bajo estándar Ethernet conectándose al *switch* de distribución también alojado en el rack de seguridad.

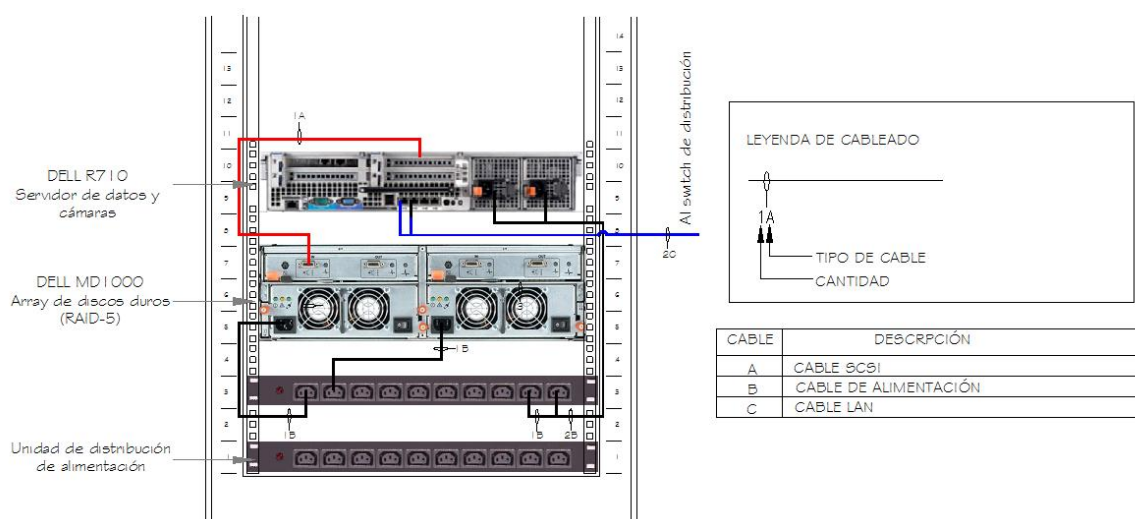


Figura 52. Diagrama de conexiones entre los diferentes equipos que componen la unidad central DVM.

Para la monitorización de las grabaciones se crearán distintas *workstations* en distintos edificios de la planta: edificio de control, administrativo y casetas de vigilancia. Permitirán a los operadores que dispongan de los permisos pertinentes a tener acceso a la gestión del servidor de datos y a recuperar señales de vídeo de la red NAS. El operario podrá seleccionar el vídeo a visualizar pudiendo ser tanto en vivo como grabaciones por fecha y/o duración.

Cada puesto de control estará compuesto por un ordenador *Dell Precision T3400*, con monitor LCD y el mando de control remoto. Cada edificio que disponga de *workstation* deberá disponer además de un *switch*, alojado en un *cabinet*, al que conectar los puestos a la red LAN de CCTV.

En cuanto a los puntos donde se vayan a instalarse cámaras de vídeo, se distinguirán dos tipos de estructuras según la clasificación de la zona donde se encuentren ubicadas:

- Zonas no peligrosas, sin clasificación ATEX:

Cada cámara irá provista de una caja de conexionado (generalmente denominada *junction box*) instalada lo más próxima posible a la fuente, de forma que se encuentre en una zona accesible para usos de mantenimiento y conexiones. La *junction box* irá equipada con: codificador MPEG-4, fuente de alimentación y convertidor de medios.

La cámara estará conectada por medio de cable de cobre multipar a:

- Codificador *AXIS 241S Video Server*. Será preciso un cable coaxial para la transmisión de la señal de vídeo compuesto que se conectará a la entrada BNC del dispositivo y cuatro pares para la transmisión de datos.
- Fuente de alimentación, a través de cable de doble núcleo para llevar los 24 VAC que requieren las cámaras *ACUIX™ ES Domes*.

La señal comprimida generada a la salida del codificador se enviará hasta un *switch* para incorporarla a la red LAN. El enlace entre el *switch*, que se encontrará en una subestación, y el codificador se hará mediante fibra óptica. El uso de fibra se debe a que la distancia entre la cámara y la subestación más cercana puede ser superior a los 100 m, además de la protección que ofrece frente a interferencias. Por ello es necesaria la incorporación de un convertidor de medios a la salida del codificador y otro antes de llegar al *switch* en caso de que éste no disponga de puertos de fibra.

Las cajas de conexionado deberán disponer una protección mínima de IP67.

- Zonas con clasificación ATEX:

A diferencia de la anterior estructura, la señal de vídeo dada por la cámara ATEX será transportada por fibra óptica hasta la subestación eléctrica más cercana, donde se encontrará el codificador MPEG-4 previo receptor (ver Figura 53) de fibra. Para ello, la cámara llevará integrado un transmisor. En la subestación se recibirá la señal de vídeo, donde será comprimida y enviada al *switch* y de esta manera quedar incluida en la LAN del sistema.

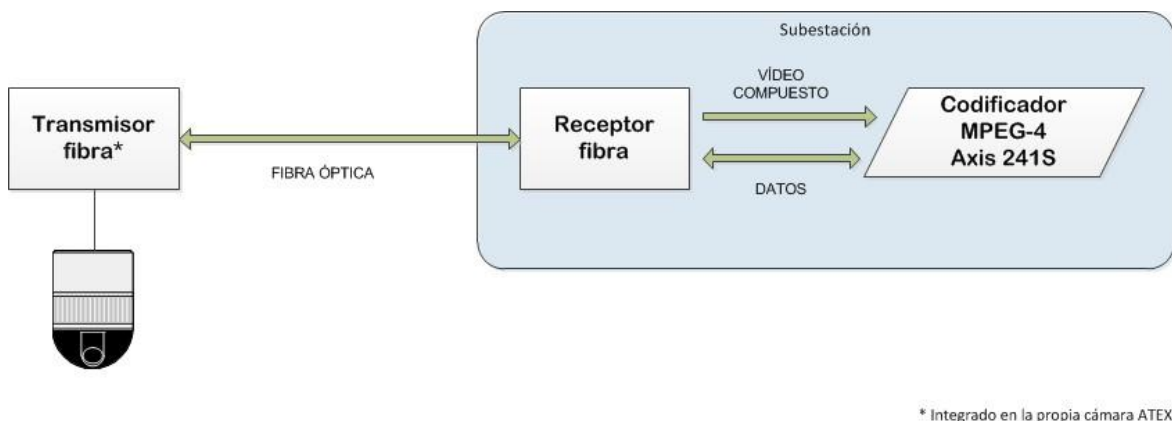


Figura 53. Diagrama del enlace por fibra entre la cámara y el codificador MPEG-4 para zonas con clasificación ATEX.

El motivo de esta disposición es dar mayor robustez al diseño de CCTV, ya que es de esperar que estas cámaras se encuentren instaladas en zonas peligrosas, recónditas y de difícil acceso.

Las conexiones descritas en este apartado pueden apreciarse en el diagrama de bloques del sistema CCTV representado en la Figura 54.

El control de las cámaras PTZ se hará por medio de la utilización del protocolo Pelco-D.

Los equipos que entran en juego en el transporte de vídeo a lo largo de la red SAN (sistema DVM, *switches* y *workstation*) se configurarán para transmisión multicast.

Para el correcto funcionamiento del sistema es preciso que todos los equipos, así como las transmisiones de datos, se encuentren sincronizados con la misma señal de reloj. Esto es posible gracias al protocolo NTP que se encarga de enviar un paquete de datos por toda la red para transferir el tiempo. Esta señal NTP será la misma para toda la refinería proporcionada por un servidor general.

Queda ya definida la arquitectura del sistema de CCTV. Tomándola como punto de partida se puede hacer el diseño para cualquier tipo de refinería, precisando el número de cámaras y dimensionando la red LAN y servidores necesarios.

3.5 Diseño de CCTV para la unidad *Hydrocracker*

A la hora de diseñar cualquier unidad o área de una refinería, se seguirá el siguiente proceso:

1. Distribución preliminar de cámaras buscando una ubicación óptima. Se trata de una primera aproximación del diseño en la que se definirán los puntos de instalación de forma que se obtenga la mayor visibilidad posible en las diferentes zonas de la unidad.
2. Comprobar que la primera propuesta cumple con los objetivos del sistema, quedando todos los accesos visibles, sin puntos muertos, y teniendo la máxima cobertura en todas las zonas de tránsito y maquinaria. Para ello, se hará uso de la herramienta JVSG para diseño de CCTV.
3. Listado final de cámaras indicando los distintos modelos empleados (interior, exterior, ATEX) y las áreas a las que dan soporte.
4. Cálculo del ancho de banda y espacio en disco a partir del número final de cámaras y de otra serie de parámetros como: *fps*, tiempo de almacenamiento de las grabaciones en disco, tipo de compresión, resolución... Este cálculo también se realizará a través del programa JVSG.
5. Con el tamaño en disco total obtenido se lleva a cabo el dimensionamiento del array de discos bajo configuración RAID-5.

A continuación, se seguirán cada uno de estos pasos para dar servicio de videovigilancia a la unidad *Hydrocracking*, a la que ya se ha recurrido con anterioridad para dotarla de megafonía. Esta unidad no dispone de zonas con clasificación de atmósferas explosivas.

3.5.1 Distribución preliminar de cámaras

Tomando el plano de la unidad *Hydrocracker*, el cual se encuentra disponible en el Anexo 2, se valorará el número de cámaras necesarias para tener visibilidad en todos los accesos, tanto a la unidad como a edificios, así como en las zonas de tránsito de personal. Se entiende que siempre quedarán puntos muertos, sin visibilidad, pero se debe garantizar que nadie entra en una zona sin que quede asegurado que se dispondrá de una señal visual para su salida.

Para la ubicación de las cámaras en exteriores, aprovecharemos los postes ya instalados para la megafonía o bien irán colocadas sobre la fachada de edificios. En interiores, se instalarán sobre el techo.

Una vez definida la primera propuesta será necesario validarla. Para poder tener una estimación de la cobertura visual que vaya a ofrecer cada cámara emplearemos una herramienta de simulación de sistemas CCTV.

3.5.2 Estudio de viabilidad

Ahora se evaluará la viabilidad del diseño preliminar gracias a la herramienta software JVSG [35] para el diseño y dimensionamiento de sistemas de videovigilancia y CCTV.

También haremos uso de ella más adelante, ya que permite por la parte de ingeniería calcular el ancho de banda requerido para el sistema, el espacio necesario para almacenamiento en una red SAN y seleccionar el tipo de compresión óptima para minimizar el tráfico por la red.

En primer lugar se ha creado un modelo (ver Figura 55) que representa la unidad, introduciendo paredes y bloques para simular los edificios y la maquinaria existente. Posteriormente se han añadido las once cámaras en las localizaciones propuestas en el anterior apartado.

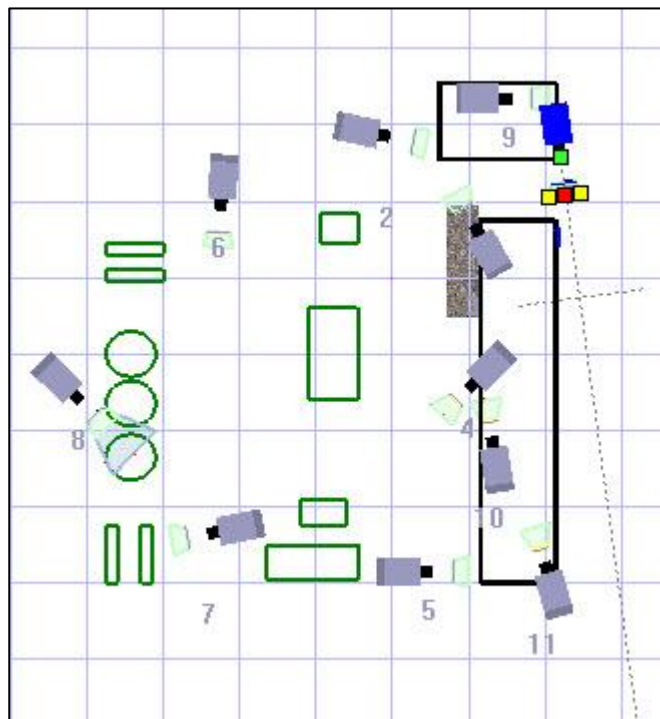


Figura 55. Modelo de la unidad *Hydrocracker* en la herramienta JVSG.

Al introducir cada cámara, se han definido los siguientes parámetros propios de las cámaras PTZ, tanto exteriores como interiores, de la solución *ACUIX™ ES Domes* (hoja de características en Anexo 4):

- Altura de instalación: 2,8 m para cámaras interiores; en exteriores 3 m si están instaladas sobre fachada, 4 m para postes.
- Formato sensor CCD: 1/4"
- Relación de aspecto: 4:3
- Distancia focal: variable desde 4,1 mm hasta 73,8 mm. En la Figura 57 se representa la visión que ofrece una cámara para las distancias focales mínima y máxima.
- Resolución: 640x480
- Ángulo de visión horizontal: 48°

La herramienta permite controlar la rotación de la cámara en los planos horizontal y vertical, de modo que se tenga la visualización que entregan. Además podemos introducir nuevos objetos/personas en el modelo y variar la distancia focal comprobando que logra un buen enfoque sobre ellos.

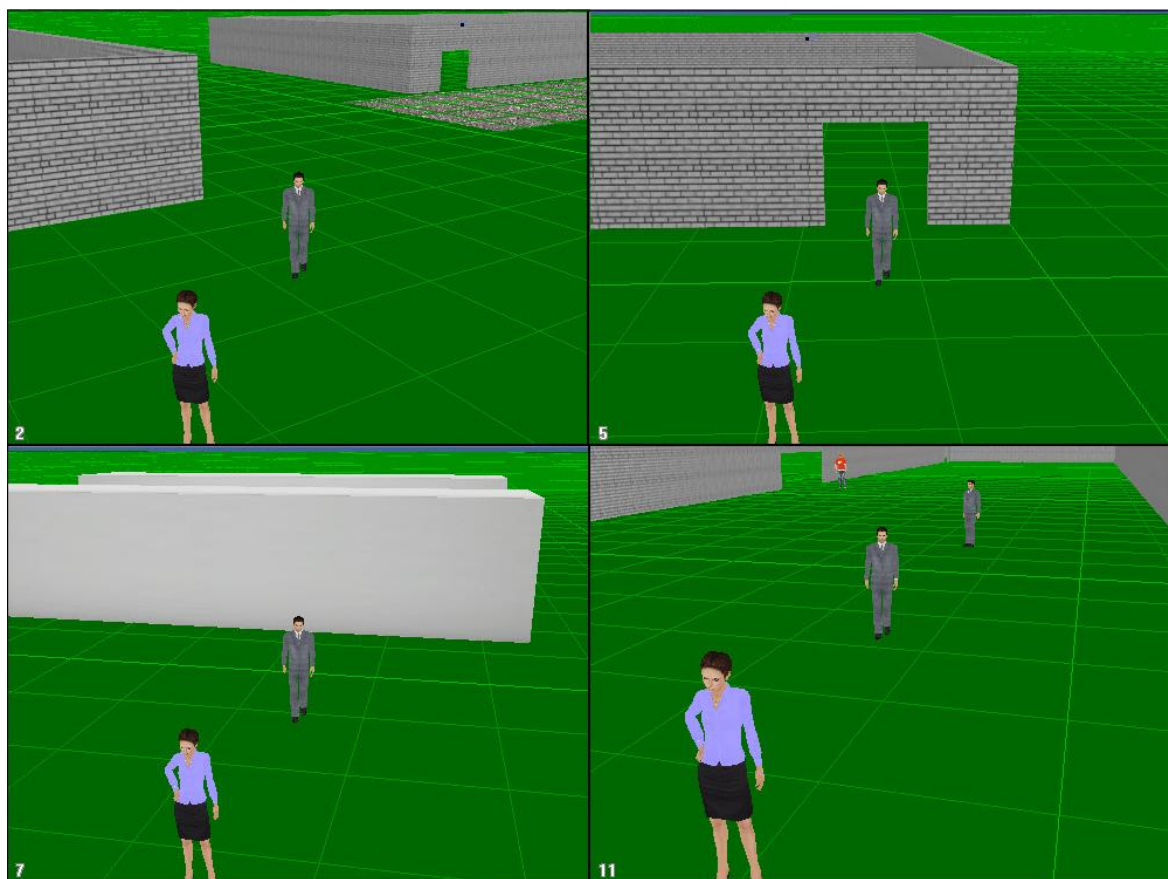


Figura 56. Señal de vídeo entregada por diferentes cámaras. El número en la esquina inferior izquierda de cada pantalla indica de qué cámara se toma la señal.

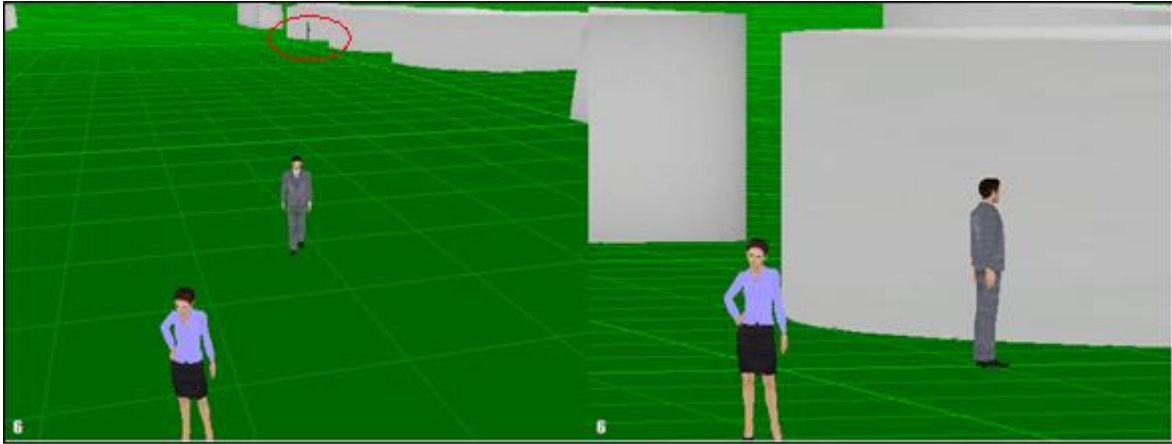


Figura 57. Imagen dada por la cámara 6 con enfoque mínimo ($f=4,1$ mm, izquierda) y enfoque máximo ($f=73,8$ mm, derecha) en el que se aprecia a la persona del fondo.

3.5.3 Listado de cámaras

En el plano de CCTV para la unidad *Hydrocracker* incluido al final de la presente sección 3 y disponible en el Anexo 2 está representada la distribución definitiva de las cámaras.

A partir de esta solución, se genera la Tabla 13 donde se recoge la información más relevante de cada una de ellas:

Tabla 13. Listado de cámaras a desplegar en la unidad *Hydrocracker* con la correspondiente información de servicio.

Id. cámara*	Soporte	Altura (m)	Zona cubierta	Back Up
CAM.O-01	Fachada	3	Acceso Unidad	CAM.O-03
CAM.O-02	Poste	4	Acceso Subestación Exterior unidad	CAM.O-03
CAM.O-03	Fachada	3	Acceso Norte Edificio	CAM.O-02
CAM.O-04	Fachada	3	Acceso Centro Edificio Exterior unidad	CAM.O-03 CAM.O-05
CAM.O-05	Poste	4	Acceso Sur Edificio	CAM.O-04
CAM.O-06	Poste	4	Exterior unidad	CAM.O-02 CAM.O-07
CAM.O-07	Poste	4	Exterior unidad	CAM.O-08 CAM.O-06
CAM.O-08	Nuevo Poste	4	Exterior unidad	CAM.O-07
CAM.I-09	Techo	2,8	Interior Subestación	-
CAM.I-10	Techo	2,8	Acceso Interno Edificio Interior Edificio	CAM.I-11
CAM.I-11	Techo	2,8	Interior Edificio	CAM.I-10

* Identificación de cámara; O: *outdoor*, I: *indoor*.

En la columna de *Back Up* queda especificada qué cámara en caso de que la correspondiente a cada línea deje de prestar servicio, daría una imagen de la misma en el puesto de control. El sistema estará configurado de tal forma que antes una pérdida de

servicio, automáticamente se presente en pantalla la imagen dada por la cámara de *back up*.

3.5.4 Ancho de banda y espacio en disco

En la Tabla 14 se representan distintos valores de ancho de banda y almacenamiento en disco requerido para una cámara durante el transcurso de un día según los parámetros: resolución, compresión (tipo de calidad) e imágenes por segundo del vídeo.

Tabla 14. Anchos de banda y espacio en disco requerido para grabaciones de 1 día para una única cámara

Resolución	Compresión	Tamaño <i>Frame</i> * (kB)	FPS	Ancho de banda (Mbit/s)	Espacio del disco (GB)
640x480	MPEG4-10 (Calidad Alta)	11	15	1,35	14,6
640x480	MPEG4-20 (Calidad Buena)	8,7	15	1,07	11,5
640x480	MPEG4-30 (Calidad Media)	7,2	15	0,88	9,6
640x480	MPEG4-10 (Calidad Alta)	12	10	0,98	10,6
640x480	MPEG4-20 (Calidad Buena)	9,5	10	0,78	8,4
640x480	MPEG4-30 (Calidad Media)	7,8	10	0,64	6,9
480x360	MPEG4-10 (Calidad Alta)	6,3	15	0,77	8,4
480x360	MPEG4-20 (Calidad Buena)	4,9	15	0,6	6,5

* Valor aproximado estimado. El tamaño de un *frame* puede variar mucho según el tipo de imagen.

En videovigilancia la señal de vídeo no suele transmitirse como una señal convencional de vídeo, con un mínimo de 25 imágenes por segundo, sino que la frecuencia suele ser mucho menor.

JVSG realiza una estimación del tamaño de cada imagen según el tipo de resolución y compresión que se elija. El valor real del *frame* depende de múltiples factores como la calidad de la imagen captada, movimiento y redundancia de la escena, etc. Este valor estimado es el que se toma como base para el cálculo del ancho de banda puesto que resulta de multiplicar el tamaño del cuadro por el número de cuadros por segundo que se transmite. El resultado de esta multiplicación, dado en Mbits/s, es el ancho de banda.

Para calcular el espacio en disco basta con ver cuántos Mbits/s se transmiten a lo largo de un día, es decir, multiplicar el ancho de banda por 3600 s/hora * 24 h/día. Este resultado se da en GB.

Los resultados variarán linealmente al introducir un mayor número de cámaras así como aumentar el tiempo de las grabaciones.

El sistema DVM permite configurar las cámaras para que den distinta resolución a su salida según el tipo de evento al que den soporte (acceso, control de procesos, intrusión, alarma...). Para la unidad *Hydrocracker* se considerará el caso en el que todas las cámaras proporcionan una señal con una resolución de 640x480 exceptuando dos de ellas que por activación de evento tengan que dar una alta resolución (HD 1280x720).

El número de FPS será el mismo para todas, igual a 15, puesto que es uno de los parámetros definidos en los requisitos de CCTV.

Se hará una estimación del ancho de banda con un tipo de compresión que garantice una calidad alta (MPEG4-10); y el almacenamiento en disco para poder disponer de las grabaciones durante una semana (7 días). Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Valores totales de ancho de banda y almacenamiento en disco requerido para el sistema CCTV en la unidad *Hydrocracker*.

Resolución	Compresión	Tamaño Frame (KB)	FPS	Días	Cámaras	Ancho de banda (Mbit/s)	Espacio del disco (GB)
1280x720 (HD)	MPEG4-10 (Calidad Alta)	11	15	7	2	8,36	631,7
640x480	MPEG4-10 (Calidad Alta)	8,7	15	7	9	12,17	919,7
Totales						20,53	1551,4

3.5.5 Unidades de almacenamiento en disco – RAID 5

Para dimensionar el array de almacenamiento, número de discos duros necesarios, hay que tener en cuenta que en una estructura RAID-5 los datos se dividen varias unidades con bloques de paridad distribuidos uniformemente entre los distintos discos. La información de paridad permite la recuperación de los datos en caso de fallo de uno de los discos, independientemente cuál sea.

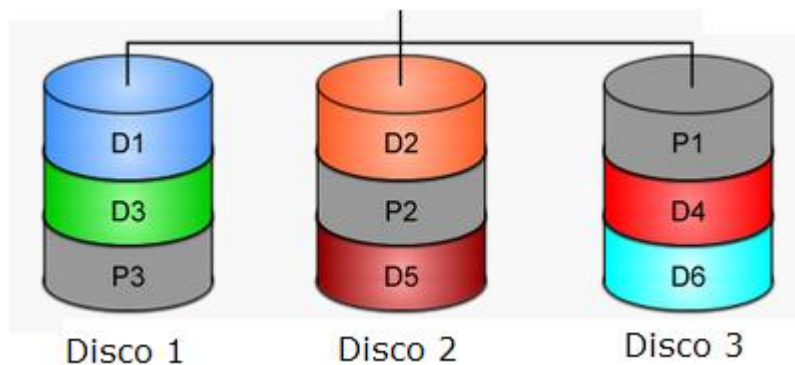


Figura 58. Configuración RAID-5 en la que cada disco dispone de datos de paridad (P).

El módulo expansible *Dell PowerVault MD1000* tiene capacidad para alojar hasta 15 discos duros hasta poder alcanzar una capacidad máxima de 1,1 TB.

Para cubrir los 1551,4 GB requeridos para *Hydrocracker* una estructura de 5 discos duros con una capacidad de 450 Gigabytes dota al sistema de un espacio de almacenamiento igual a 1800 GB [36]. El sobremargen puede ser utilizado en caso de que se quiera incorporar alguna cámara adicional una vez desplegado el sistema en campo o en caso de aumentar las resoluciones de las señales de vídeo.

3.6 Conclusiones del diseño CCTV

El circuito cerrado de televisión vela por la seguridad y el correcto funcionamiento de la refinería mediante la distribución a los puestos de control de señales de vídeo que muestran los accesos y perímetro de la planta y que supervisan los procesos químicos desarrollados en ésta.

En el presente proyecto se ha diseñado el sistema necesario para dar servicio de CCTV a la unidad de procesado *Hydrocracker*.

La solución propuesta permite la distribución *multicast* y control de todas las señales de vídeo en los puestos de operarios y de seguridad gracias a la tecnología IP empleada y a la conexión de todos los equipos a una red de área local LAN.

El sistema se configura de forma que se cumpla con los requisitos indicados en el apartado 1.3, que exigen una resolución mínima estándar de 720x576 (SDTV) y que las grabaciones queden almacenadas un mínimo de siete días.

El diseño realizado en la unidad *Hydrocracker* incluye un total de 11 cámaras de vídeo y ello determina un espacio en disco aproximado de 1550 GB almacenando las imágenes a 15 *fps* y grabando dos cámaras en HD y el resto a una definición estándar. Este valor es aproximado debido a la variación del tamaño de la señal a transmitir según el tipo de imagen y la compresión que efectúe el codificador MPEG.

Para el almacenamiento de vídeo se ha escogido una estructura RAID-5 que divide los datos en varias unidades con bloques de paridad distribuidos uniformemente entre los distintos discos. La estructura se compone de cinco discos duros que proporcionan una capacidad de 1800 GB.

El modelo de cámaras escogido (PTZ) con capacidad de rotación vertical y horizontal y ajuste del zoom desde control remoto dota al sistema de una mayor fiabilidad.

Con todo ello queda garantizado el correcto funcionamiento del sistema CCTV en la refinería, pudiéndose incorporar futuras expansiones en la *Hydrocracker* o dar servicio al resto de unidades e instalaciones añadiendo los discos duros pertinentes para el almacenamiento de las grabaciones.

UNIDAD HYDROCRACKING/HYDROTREATING

ACCESOS A LA UNIDAD Y A EDIFICIOS




E.XXXXX
N.XXXXX

SUBESTACIÓN
(EDIFICIO)

ENTRADA A LA UNIDAD (CABLE)

EDIFICIO

LEYENDA

-  CÁMARA PTZ PARA EXTERIORES (CAM.D)
-  CÁMARA PTZ PARA INTERIORES (CAM.I)
-  POSTE METALICO DE 4,5 METROS

REV	FECHA	EMITIDO PARA	EDITADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
0	01/07/13	DISEÑO	G.M.M.	[TPM O LE]	[INGENIERO]
		PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES EN PLANTAS DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS			 
Este documento forma parte del proyecto mencionado y no debe divulgarse a terceras personas sin autorización de los autores					
TÍTULO DEL PLANO:		UNIDAD HYDROCRACKER. SISTEMA CCTV DISTRIBUCIÓN DE CÁMARAS			
ESCALA: N.T.S		REVISION: 0		FORMATO: A4	HOJA N°: 1 of 1

4. FASES DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

Las compañías petrolíferas conceden a empresas externas la construcción de sus plantas de exploración y producción de hidrocarburos. La amplitud de los campos que abarca un proyecto de estas características (obra civil, química, automatización industrial...) hace que las empresas adjudicatarias deleguen a su vez a otras entidades la implementación de los sistemas de telecomunicación y seguridad de la refinería.

Debido a características específicas de este sector, como pueden ser los recursos empleados, la deslocalización de los mismos y su influencia en ámbitos geopolíticos; estos proyectos tienen ciertas singularidades respecto a otros. Además, hay que considerar que generalmente la ingeniería se desarrolla en un país externo a donde se va a construir finalmente la refinería.

Dado al ámbito global ya comentado, gran parte del vocabulario que se va a emplear en los siguientes apartados se corresponde a terminología inglesa. Estos términos son habitualmente utilizados en proyectos de ingeniería, de ahí el interés de expresarlos en inglés en lugar de su equivalente en español.

4.1 Propuesta y adquisición

Previamente a la concesión del proyecto, tiene lugar un proceso abierto y competitivo en el que participan varias empresas. Existe una amplia variedad de procesos de adjudicación según el tipo de servicio que solicite el cliente: RFQ (*Request for Quotation*), RFP (*Request for Proposal*), RFI (*Request for Information*)...

Una RFI es una solicitud de información con la finalidad de recopilar información escrita por parte de diversos fabricantes y así precisar una solución buscada. Generalmente es seguida por una RFQ o RFP.

Una RFQ, solicitud de presupuesto, se da cuando el cliente tiene ya una idea bastante definida de los sistemas y busca compañías con experiencia en este ámbito, tanto con suministradores como con compañías locales, y así desarrollar las actividades de forma óptima. Pueden llegar a incluir el dimensionamiento de la megafonía y del circuito cerrado de TV, con especificaciones a cumplir por los equipos e incluso el fabricante de los mismos ya determinado. En este caso, se invita a un reducido número de empresas para que coticen no sólo el precio de los materiales sino también de la ingeniería, de los servicios de instalación y todos los trámites necesarios.

En una solicitud de propuesta, RFP, una agencia o empresa interesada en la adquisición de un servicio pide a posibles integradores o proveedores que presenten propuestas de

negocio y de diseño. A diferencia de la RFQ, se parte de unos requisitos y la respuesta a la RFP debe incluir las soluciones que cumplan con esas necesidades.

Tras entregar una respuesta a una RFQ o RFP dentro de los plazos fijados por la empresa concesionaria, ésta adjudicará el proyecto a quien crea conveniente para sus propios intereses.

4.2 KOM y Site Survey

Tras obtener la concesión del diseño de los sistemas de comunicaciones y seguridad, tiene lugar una reunión de arranque (KOM, *Kick-Off Meeting*) entre el equipo del proyecto y el cliente para asentar las bases del mismo. Se definen los plazos de las distintas fases así como las responsabilidades y los roles a desempeñar por cada parte.

Posteriormente, antes de empezar la parte de ingeniería, se realiza una inspección en campo comúnmente denominada *Site Survey*. Tiene por finalidad recopilar información relevante para el diseño y evaluar los posibles riesgos. Además, pueden determinarse distintas localizaciones, accesos y posibles obstáculos para la distribución de cámaras o altavoces. En adelante se podrán realizar más *Site Surveys* según vayan avanzando los trabajos de la refinería y se vaya definiendo la obra civil.

4.3 Plan de proyecto

Una vez hecho el *Site Survey* ha de elaborarse un plan de proyecto en el que queden definidas todas las fases de las que constará éste junto a las dependencias de cada una de ellas y el personal requerido para su desarrollo.

En la Figura 59 se representa un diagrama de Gantt generado con la herramienta MS Project de Microsoft Office. En él se definen las distintas fases de las que se compone el proyecto:

- Adjudicación, *Kick-off meeting*
- *Site Survey*
- Diseño de ingeniería y documentación
- Compra de material, procedimiento de pruebas en fábrica y autorizaciones de envío
- Instalación y puesta en marcha
- Aceptaciones y procedimiento de pruebas SAT

Dichas etapas son válidas tanto para el sistema de megafonía como para el de CCTV, si bien en el Diagrama de Gantt sólo se indica para PAGA.

En los siguientes apartados se explicarán cada una de ellas..

Dentro de cada una de las partes podrá precisarse más subtareas, en especial para la fase de instalación que suele disponer de un plan específico para cada sistema.

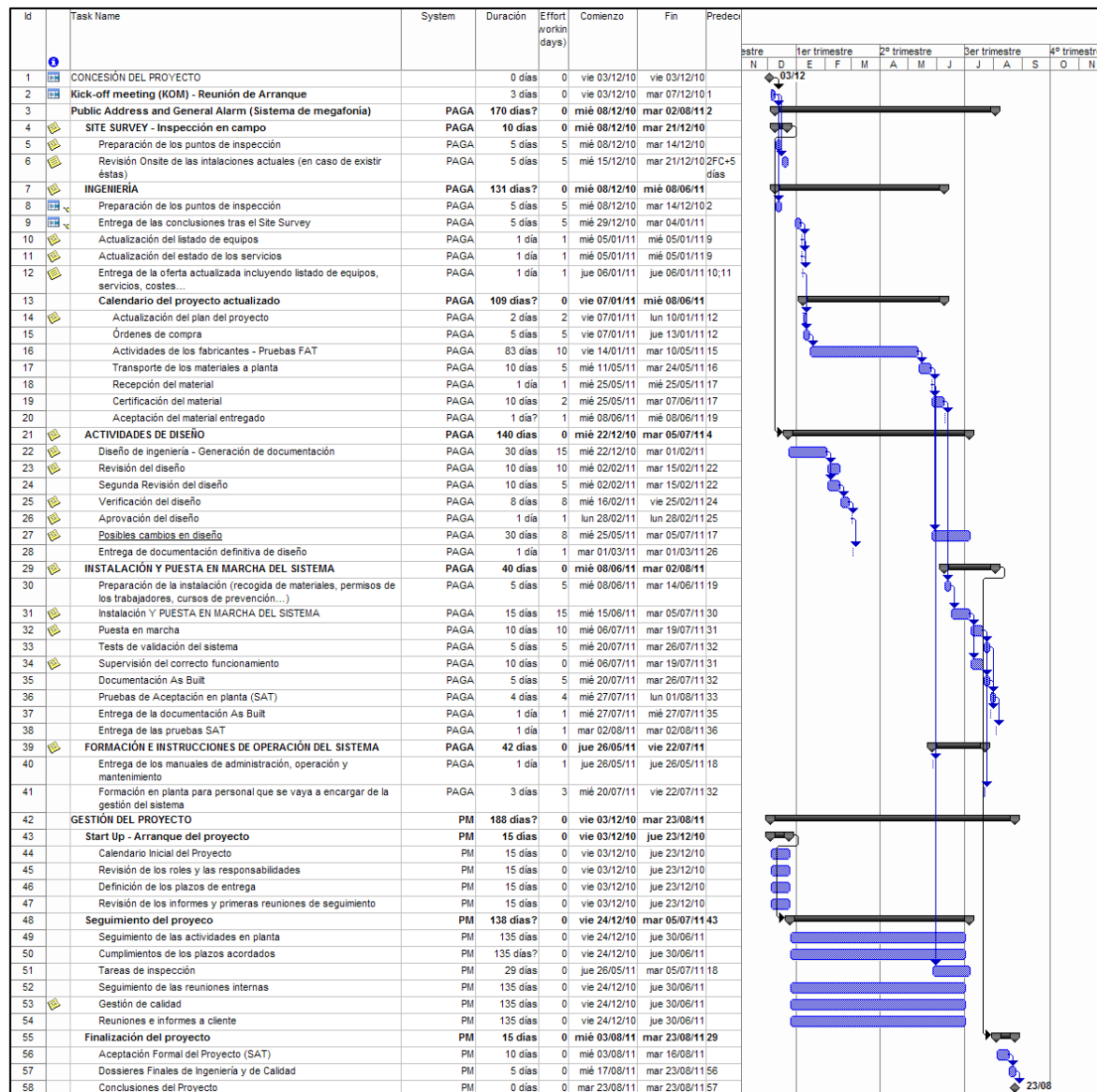


Figura 59. Diagrama de Gantt con las fases propias a un proyecto de comunicaciones en el sector de E&P de hidrocarburos.

4.4 Diseño de ingeniería y documentación

Como se ha comentado anteriormente, las refinerías a construir suelen encontrarse en países distintos a donde se realiza todo el diseño de ingeniería de los sistemas. Por ello es necesario que toda la etapa de diseño quede explícitamente documentada. La instalación de la megafonía y CCTV así como su puesta en marcha son realizadas por otras empresas subcontratadas, generalmente locales, que disponen de los permisos, certificaciones y contactos necesarios para llevar a cabo la obra.

Toda la documentación a entregar está definida por contrato y no sólo incluye aspectos relativos a diseño sino además referentes a certificaciones, procedimientos de pruebas, informes de calidad... El VDDL (*Vendor Drawing and Data List*) es un listado en el que se recopila toda la documentación a entregar por la parte de ingeniería. Consiste en un documento acordado entre ambas cliente y la adjudicataria al comienzo del proyecto y en el que se marcan las fechas de entrega de cada tipo de documentación que se expondrá posteriormente. A continuación se muestra un ejemplo de VDDL válido para el presente proyecto:

VENDOR DRAWING AND DATA LIST FORMATO VDDL				Proyecto Nº.	XXXX
				Rev. Nº:	01
				RFP Nº	XXXX
				Páginas	1 de 1
Código del contratista	Nº	Código del proveedor	Título del documento	Fechas pactadas	
				CRÍTICA	NO CRÍTICA
COD-LIS-001	001	PFC-DOC-LIS-001	VENDOR DRAWINGS AND DATA LIST ACCORDING (VDDL)		
COD-PLN-001	001	PFC-DOC-PLN-002	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD		
COD-PLN-002	002	PFC-DOC-PLN-003	PLAN DE PROYECTO DETALLADO		
COD-LIS-019	002	PFC-DOC-LIS-004	LISTADO DE SUBCONTRATAS Y EMPLEADOS		
COD-PRG-001	001	PFC-DOC-PRG-005	INFORME MENSUAL DE SEGUIMIENTO		
COD-LIS-007	003	PFC-DOC-LIS-006	CÁLCULO DE CONSUMO DE POTENCIA ELÉCTRICA		
COD-HDD-013	001	PFC-DOC-HDD-007	LISTADO DE DIMENSIONES Y PESO DEL EQUIPAMIENTO		
COD-HDD-008	002	PFC-DOC-HDD-008	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE PAGA		
COD-HDD-008	003	PFC-DOC-HDD-009	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE CCTV		
COD-DRW-002	001	PFC-DOC-DRW-010	ARQUITECTURA DEL SISTEMA PAGA (HLD)		
COD-DRW-003	002	PFC-DOC-DRW-011	ARQUITECTURA DEL SISTEMA CCTV (HLD)		
COD-DIA-002	001	PFC-DOC-DIA-012	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA PAGA (LLD)		
COD-DIA-003	002	PFC-DOC-DIA-013	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA CCTV (LLD)		
COD-LIS-002	004	PFC-DOC-LIS-014	LISTADO DE EQUIPOS		
COD-LIS-003	005	PFC-DOC-LIS-015	LISTADO DE EQUIPOS DE REPUESTO PARA LA INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA		

COD-LIS-004	006	PFC-DOC-LIS-016	LISTA DE REPUESTOS PARA DOS AÑOS DE OPERACIÓN		
COD-PRC-001	001	PFC-DOC-PRC-017	PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT) DEL SISTEMA PAGA		
COD-PRC-002	002	PFC-DOC-PRC-018	PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT) DEL SISTEMA CCTV		
COD-PRC-003	003	PFC-DOC-PRC-019	PROCEDIMIENTO DE EMPAQUETADO Y TRANSPORTE DE MATERIAL		
COD-PLD-001	001	PFC-DOC-PLD-020	INSTRUCCIONES DE ALMACENAJE		
COD-LIS-006	007	PFC-DOC-LIS-021	PLAN DE ETIQUETADO		
COD-PLG-001	001	PFC-DOC-PLG-022	PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS EN LOS CABINETS DE TELECOMUNICACIONES		
COD-PLD-004	002	PFC-DOC-PLD-023	ESQUEMA DE CONEXIONADO A TIERRA DE LOS EQUIPOS		
COD-CAL-003	001	PFC-DOC-CAL-024	ESTUDIO DE COBERTURA ACÚSTICA DEL SISTEMA PAGA		
COD-CAL-003	002	PFC-DOC-CAL-025	ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL SISTEMA CCTV		
COD-PLD-005	003	PFC-DOC-PLD-026	ESQUEMA DE MONTAJE Y FIJACIÓN DE EQUIPOS		
COD-CAL-003	003	PFC-DOC-CAL-027	CÁLCULOS DEL SISTEMA DE MEGAFONÍA. ETAPAS DE AMPLIFICACIÓN		
COD-PLG-003	002	PFC-DOC-PLG-028	ESQUEMA DETALLADO DE CONEXIONES DEL SISTEMA PAGA		
COD-PLG-004	003	PFC-DOC-PLG-029	ESQUEMA DETALLADO DE CONEXIONES DEL SISTEMA CCTV		
COD-MAN-001	001	PFC-DOC-MAN-030	MANUALES DE INSTALACIÓN		
COD-MAN-002	002	PFC-DOC-MAN-031	MANUALES DE OPERACIÓN		
COD-MAN-003	003	PFC-DOC-MAN-032	MANUALES DE ADMINISTRACIÓN Y MANTENIMIENTO		
COD-PRC-004	004	PFC-DOC-PRC-033	PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS IN SITU (SAT) DEL SISTEMA PAGA		
COD-PRC-005	005	PFC-DOC-PRC-034	PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS IN SITU (SAT) DEL SISTEMA CCTV		
COD-PLD-016	004	PFC-DOC-PLD-035	DOCUMENTACIÓN "AS BUILT" DEL SISTEMA PAGA		
COD-PLD-016	005	PFC-DOC-PLD-036	DOCUMENTACIÓN "AS BUILT" DEL SISTEMA CCTV		
COD-DOS-003	001	PFC-DOC-DOS-037	DOSSIER FINAL DE INGENIERIA PARA EL SISTEMA PAGA		
COD-DOS-004	002	PFC-DOC-DOS-038	DOSSIER FINAL DE INGENIERIA PARA EL SISTEMA CCTV		
COD-DOS-005	003	PFC-DOC-DOS-039	DOSSIER FINAL DE CALIDAD		

Entre la documentación a entregar y que se define en el VDDL se incluye:

- Plan de proyecto, informes mensuales de seguimiento y listados de todas las partes (empresas y personal) que forman parte de las actividades.
- Listados del material a suministrar, dimensiones y pesos de los mismos, y material de repuesto a proveer para la instalación y puesta en marcha de los sistemas así como para los dos primeros años de operación.
- Diseños a alto nivel (HLD) con la arquitectura de los sistemas y a bajo nivel (LLD) con los diagramas de bloques y conexiones de la megafonía y del circuito cerrado de TV. Además en la parte de diseño se encuentran: planos de distribución (*layouts*), esquemas de conexiones (*link-up*), cálculos de

potencias eléctricas, estudio de cobertura acústica, puesta a tierra de todo los equipos, etc.

- Plan de etiquetado. Todo el material debe disponer de una identificación que lo diferencie del resto. Cada edificio o unidad, así como cada rack, unidad central y elemento de un sistema tendrá un código asignado. De tal forma que para cada equipo su etiqueta proporcione información relativa a la zona en la que se inscribe y puedan conocerse su conexionado.

Por ejemplo, en el caso de un altavoz la etiqueta indica la zona en la que se encuentra, la caja de conexionado a la que se está conectado, el amplificador, la unidad central así como el rack donde se aloja está última:

EDIF-RACK.A-XX-UDC-AMP-XX-JB.B-XX-LSP.C-XXX

La etiqueta también dará información adicional según el equipo como por ejemplo el sistema al que da soporte el rack (A), si nos encontramos en zona ATEX (B) o el tipo de altavoz o cámara (C). Las X se sustituyen por la numeración correspondiente.

En cuanto a los cables su etiqueta se compondrá de los códigos del equipo de origen y de destino.

- Hojas de características con las especificaciones técnicas de todos los equipos suministrados así como los manuales tanto de instalación como de operación y mantenimiento.
- Instrucciones para el empaquetado, transporte y almacenamiento del material.
- Procedimientos de pruebas en fábrica (FAT) y en planta (SAT).
- Documentación “*As Built*”. Dado que en un primer lugar se definen los sistemas por parte de la ingeniería y posteriormente se procede a la instalación, es totalmente posible que entre ambos procesos se generen modificaciones en el diseño. Éstas pueden deberse a múltiples causas justificables. Para ello se conciben los “*As Built*” que recopilan todos estos cambios y muestran lo que finalmente se ha instalado.
- Dossieres finales de ingeniería y de calidad que recopilan toda la documentación, informes, procedimientos de pruebas y certificaciones generados a lo largo de las diferentes actividades. Con la aceptación de estos dossiers se da por finalizado el proyecto.

4.5 Autorizaciones de envío y pruebas FAT

En la respuesta a la RFQ o RFP ya queda definida la lista de materiales a suministrar por la compañía que haya conseguido la adjudicación del proyecto, pudiendo variar dicha lista tras el *Site Survey*. Una vez acordada la lista definitiva se puede proceder a las órdenes de compras para los fabricantes.

Previamente al envío de los materiales a la planta deben realizarse unas pruebas que acrediten el correcto funcionamiento del equipamiento y validar que cumplen con las especificaciones marcadas, denominadas FAT (*Factory Acceptance Test*). Estas pruebas son definidas y acordadas entre todas las partes (cliente, proveedor y fabricante) con antelación y se realizan en las instalaciones (u otra ubicación propuesta) del fabricante. Dichas pruebas pueden comprender test químicos, físicos y de operación.

El empaquetado, transporte y almacenamiento de los materiales una vez realizadas las FAT debe cumplir con las normas definidas en la documentación correspondiente. Las autorizaciones de envío, SA (*Shipping Authorization*), es un documento formal a cumplimentar cuando se quiere transportar mercancía en estos ámbitos comerciales.

4.6 Instalación y puesta en marcha

Tras la aceptación de la llegada del material a la planta se procede a la instalación. Todos los cambios que deban realizarse respecto al diseño realizado por la parte de ingeniería y que estén justificados deben ir plasmados en la documentación *As Built*.

Una vez llevada a cabo toda la instalación, con todas las conexiones realizadas y estando los equipos correctamente alimentados, se procederá a la puesta en marcha del sistema. A este proceso se lo conoce generalmente por el término anglosajón *commissioning* y es principalmente una de las actividades que da más valor a las empresas que se encargan de estos servicios. En esta fase se lleva a cabo además la integración con el resto de sistemas de seguridad y de operación de la planta.

4.7 Aceptaciones y pruebas SAT

La correcta puesta en marcha de todos los servicios se corrobora en las pruebas de aceptación en planta, conocidas como pruebas SAT (*Site Acceptance Test*). Al igual que ocurría con las FAT, éstas son acordadas previamente entre el cliente y la adjudicataria.

En esta última fase también tiene lugar la formación a los operarios que se vayan a encargar de la gestión de los sistemas de megafonía y CCTV.

Finalmente se entregan los dossiers finales de ingeniería por cada sistema implementado con toda la documentación de diseño generada y los planos “*As Built*”; y un dossier de calidad que incluya todas las autorizaciones de envío, certificaciones y pruebas llevadas a cabo para las aceptaciones.

5. PRESUPUESTO

Este apartado recoge un presupuesto aproximado de los materiales que conciernen a la megafonía PA/GA y al circuito cerrado de televisión CCTV. Por tanto, no se incluye el precio de los servicios entre los que se encuentra: diseño de ingeniería y documentación, gastos de fábrica (FAT), transporte de materiales, certificaciones, instalación y puesta en marcha de los sistemas.

Los precios mostrados a continuación son orientativos, obtenidos de diversos fabricantes para proyectos reales desarrollados en Alcatel-Lucent S.A.

Tabla 16. Presupuesto de material correspondiente al sistema de megafonía PA/GA.

Subsistema	Equipo - Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
PAGA Unidad Central	Módulo central DS-6 que incluye: - Licencia para la solución DS-6 - Procesador PA Control - Módulos de entrada y salida - Adaptadores analógicos - Módulo de grabación de mensajes de voz - Amplificadores de 250 W	2	44.426,69	88.853,38
PAGA Unidad Central	Unidad de acceso	1	5.956,00	5.956,00
PAGA Hydrocracking	Interfonos	5	1.705,00	8.525,00
PAGA Hydrocracking	Caja de conexionado (<i>junction box</i>)	10	62,00	620,00
PAGA Hydrocracking	Caja de conexionado (<i>junction box</i>) con certificación ATEX	0	94,00	0,00
PAGA Hydrocracking	Poste metálico de 4 m	10	1.198,53	11.985,30
PAGA Hydrocracking	Altavoz para exteriores 25 W	16	277,00	4.432,00
PAGA Sala de Control	Altavoz para interiores 6 W	13	45,00	585,00
PAGA Sala de Control	Altavoz para interiores 3 W	4	35,00	140,00
PAGA Hydrocracking	Altavoz ATEX 25 W	0	277,00	0,00
PAGA Hydrocracking	Balizas	0	569,00	0,00
PAGA Cable	Cable de cobre para altavoces, sección 1,5 mm ²	100	2,31	231,00
PAGA Cable	Cable de cobre para altavoces, sección 2,5 mm ²	1000	2,88	2.880,00
PAGA Cable	Cable de cobre para altavoces, sección 4 mm ²	800	3,53	2.824,00
PAGA Cable	Cable de cobre para altavoces, sección 6 mm ²	800	5,94	4.752,00
				131.783,68

Tabla 17. Presupuesto de material correspondiente al sistema circuito cerrado de televisión CCTV.

Subsistema	Modelo	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
CCTV Ud. Central	Honeywell - DVM System	Licencias para el software DVM <i>Digital Video Manager</i>	1		0,00
CCTV Ud. Central	Dell - Poweredge R710 Server	DVM Servidor de Base de Datos	2	3.455,85	6.911,70
CCTV Ud. Central	Dell - Poweredge R710 Server	DMV Servidor de Cámaras	2	3.455,85	6.911,70
CCTV Ud. Central	Dell - PowerVault MD1000	Disco duro para almacenamiento RAID-5	2	4.221,50	8.443,00
CCTV Workstation	Dell - T3400 Workstation	PC para <i>workstations</i>	4	2.761,92	11.047,68
CCTV Workstation		Pantalla LCD 24" para monitorización	8	784,80	6.278,40
CCTV Workstation	Honeywell - UltraKey	Mando de control remoto	2	1.701,35	3.402,70
CCTV Cámaras	Honeywell - ACUIX ES Domes PTZ Indoor	Cámara de vídeo PTZ (<i>Pan/Tilt/Zoom</i>) para interiores	3	1.744,62	5.233,86
CCTV Cámaras	Honeywell - ACUIX ES Domes PTZ Outdoor	Cámara de vídeo PTZ (<i>Pan/Tilt/Zoom</i>) para exteriores	8	2.367,17	18.937,36
CCTV Cámaras	Synectics FECH/3 PTZ	Cámara de vídeo PTZ con certificación ATEX	0	14.059,90	0,00
CCTV Junction Boxes	Safe Area Junction Box	Caja de conexionado	10	69,15	691,50
CCTV Junction Boxes	ExProof Junction Box	Caja de conexionado con certificación ATEX	0	86,93	0,00
CCTV Junction Boxes	Mean Well - DR 4524 FMC	Fuente de alimentación	11	21,42	235,62
CCTV Junction Boxes	AXIS - 241S Video Server	Codificador MPEG-4	11	392,08	4.312,88
CCTV Junction Boxes	Pelco - FS85011A	Transmisor y receptor de fibra óptica	11	557,14	6.128,54
CCTV Junction Boxes	IMC-101	Convertidor de medios industrial	11	180,96	1.990,56
CCTV Cables		Fibra Óptica	500	1,34	670,00
CCTV Cables		Cable UTP Cat.6 LAN		0,32	0,00
CCTV Cables		Cable multipar de cobre	100	5,72	572,00
CCTV Cables		Cable SCSI de 3 m de longitud	2	54,24	108,48
					81.875,98

Ambos sistemas, PA/GA y CCTV, hacen un total de **213.659,66 €**.

6. CONCLUSIONES

El presente Proyecto Fin de Carrera ha sido desarrollado con el fin de ser una herramienta útil para el lector en la comprensión de un sistema de megafonía y de CCTV en una planta industrial para la extracción y producción de petróleo y gas. Por ello, se han expuesto los principios teóricos sobre los que se fundamenta cada uno de ellos y las pautas a seguir para el diseño y demostración a partir de software específico del correcto funcionamiento de ambos sistemas.

La megafonía PAGA (*Public Address and General Alarm*) y el sistema cerrado de televisión (CCTV) son dos de los sistemas de seguridad de los que debe disponer una planta de E&P de hidrocarburos. Por ello, se ha llevado a cabo el diseño de ambos sistemas para dar servicio a la unidad de procesamiento *Hydrocracker* para el craqueo de hidrógeno.

La sonorización tanto de las unidades como del resto de instalaciones interiores debe garantizar la inteligibilidad de los mensajes transmitidos. La simulación acústica realizada nos ha permitido conocer cómo va a ser el comportamiento de la megafonía sin necesidad de instalar el sistema, lo cual es muy útil para este tipo de proyectos cuya ingeniería se realiza previamente a la construcción incluso de la planta.

Se ha comprobado que el diseño realizado cumple con el requisito de que toda el área de audiencia queda cubierta con un nivel de presión sonora 20 dB por encima del nivel de ruido de modo que quede garantizada la buena inteligibilidad de los mensajes a transmitir.

Existen diferencias a la hora de sonorizar espacios en interiores y exteriores. Se ha visto que para la sala de control (recinto interior) la absorción de la sala ha jugado un papel fundamental en la inteligibilidad. Dicha absorción está determinada por el comportamiento acústico (coeficientes) de los materiales empleados. Por ello ha sido necesario introducir un número total de 17 altavoces en las diferentes salas para cumplimentar los requisitos del apartado 1.3.

En cuanto a exteriores principalmente hay que tener en consideración la potencia que suministran las fuentes sonoras y la correcta distribución de éstas a lo largo del área de audiencia con el fin de dar cobertura a toda la superficie. Para la unidad *Hydrocracker* se han incorporado 16 altavoces de 25 W suministrando una potencia total de 400 W a toda la unidad. Estos altavoces se han distribuido en dos bucles distintos con el fin de que la sonorización quede redundada. Cada bucle recibe alimentación de un amplificador de 250 W por lo se deja un 20% de su capacidad libre para posibles futuras extensiones del sistema.

Para las dos etapas de amplificación bajo líneas de alta impedancia se ha comprobado que cada altavoz recibe un mínimo de 95 V.

En cuanto al circuito cerrado de televisión, la solución propuesta permite la distribución *multicast* y control de todas las señales de vídeo en los puestos de operarios y de seguridad gracias a la tecnología IP empleada y a la conexión de todos los equipos a una red de área local LAN.

El sistema se configura de forma que se cumpla con los requisitos indicados en el apartado 1.3, que exigen una resolución mínima estándar de 720x576 (SDTV) y que las grabaciones queden almacenadas un mínimo de siete días.

El diseño realizado en la unidad *Hydrocracker* incluye un total de 11 cámaras de vídeo y ello determina un espacio en disco aproximado de 1550 GB almacenando las imágenes a 15 *fps* y grabando dos cámaras en HD y el resto a una definición estándar. Este valor es aproximado debido a la variación del tamaño de la señal a transmitir según el tipo de imagen y la compresión que efectúe el codificador MPEG.

Para el almacenamiento de vídeo se ha escogido una estructura RAID-5 que divide los datos en varias unidades con bloques de paridad distribuidos uniformemente entre los distintos discos. La estructura se compone de cinco discos duros que proporcionan una capacidad de 1800 GB.

Las cámaras PTZ escogidas dotan al sistema de una mayor fiabilidad gracias a su capacidad de rotación vertical y horizontal y ajuste del zoom desde control remoto.

Con todo ello queda garantizado el correcto funcionamiento de los sistemas de PAGA y CCTV y se da cabida a la incorporación de nuevos elementos para dar servicio al resto de unidades e instalaciones de la refinería, realizando los cambios pertinentes en cuanto al dimensionamiento de amplificadores de audio y discos duros para almacenamiento de grabaciones de vídeo.

Trabajos futuros

A continuación se enumeran cuatro puntos que pueden ser tomados como punto de partida a posibles estudios futuros y con el fin de completar el objetivo del presente proyecto:

- Estudio y diseño de un sistema de entretenimiento basado en IPTV y con acceso a internet en toda la zona de campamento permanente. Así como sistema de mensajes y avisos a través de paneles informativos desplegados a lo largo de todas las instalaciones.
- Estudio y diseño del resto de sistemas de seguridad incluidos en una refinería como pueden ser el sistema de accesos, anti-intrusión, vallado perimetral, POB...

- Diseño de la megafonía y/o del sistema CCTV para toda la extensión de una refinería, incluyéndose la zona de campamento, todas las unidades de proceso y edificios existentes.
- Integración de todos los sistemas de comunicación que tienen cabida en una refinería bajo una misma plataforma informática.

Referencias

- [1] “Integrated Communications for Oil & Gas”. Alcatel-Lucent, 2008. Disponible en: http://www3.alcatel-lucent.com/wps/DocumentStreamerServlet?LMSG_CABINET=Docs_and_Resource_Ctr&LMSG_CONTENT_FILE=Brochures/AL_Oil_Gas_Ir.pdf
- [2] Engineer’s Notebook. Communication and Information Systems in Harsh Environments. ms NEUMANN ELEKTRONIK GmbH, 2012. Disponible en: http://www.neumann-elektronik.com/en/download/dokumente/Engineers_Notebook.pdf
- [3] “Sistemas de Refuerzo Sonoro y Megafonía”, José Luis Sánchez Bote. Dpto. de Publicaciones de la EUITT, Madrid 2009.
- [4] “Introducción a las salas de la palabra”, Constantino Gil González. Dpto. de Publicaciones de la EUITT, Madrid 2010.
- [5] Alcatel-Lucent. “Oil & Gas – Dyanmic Communications”. Sitio web: <http://www2.alcatel-lucent.com/oil-and-gas/> [27/05/2013]
- [6] Thales Group. “Infrastructure Security (Oil & Gas)”. Sitio web: http://www.thalesgroup.com/Portfolio/Security/D3S_oil-and-gas_infrastructure_security/ [27/05/2013]
- [7] Tyco. “Oil & Gas. A Market Leader in Advancing the Safety and Security of Natural Resources”. Sitio web: <http://www.tyco.com/markets/oil-gas> [27/05/2013]
- [8] Información relativa al Real Decreto 400/1996. Web: <http://www.atmosferasexplosivas.com/rd400-1996.html> [Última consulta: 27/05/2013]
- [9] Información relativa a normativas ATEX. Web: <http://www.atmosferasexplosivas.com/normativaatex.html> [27/05/2013]
- [10] Health and Safety Executive. “Prevention of fire and explosion, and emergency response on offshore installation”. United Kingdom, Regulations 1995.
- [11] Norwegian Oil Industry Association (OLF) and Federation of Norwegian Manufacturing Industries (TBL). “NORSOK standard T-100. Telecom subsystems”. Standards Norway. Edition 4, Febrero 2010. Disponible en: <http://www.standard.no/PageFiles/17297/t100u4.pdf>
- [12] Organización Marítima Internacional (IMO). “Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS)”. Agencia especializada de las Naciones Unidas. Sitio web: <http://www.imo.org/Pages/home.aspx>
- [13] DNV (Det Norske Veritas). “DNV-OS-D202 Automation, Safety and Telecommunication Systems”. Offshore Standard, Noruega. Octubre 2008
- [14] Renkus-Heinz, EASE Downloads. “Plain English descriptions of the included default materials”. Disponible en: http://www.renkus-heinz.com/support/software-support/ease_support/downloads/downloads.html
- [15] Rockfon®. Coeficiente de reducción del ruido (NRC). Web: <http://www.rockfon.es/acustica/comparacion+de+techos/absorcion+acustica/coeficiente+de+reducci%C3%B3n+del+ruido+%28nrc%29> [31/05/2013]

- [16] Performance criteria: Acoustic – Ceiling Attenuation Class (CAC). Web: <http://www.armstrong.com/commlgpac/aus/ep/au/article16721.html> [31/05/2013]
- [17] Portal web del fabricante Armstrong® : <http://www.armstrong.com/>
- [18] Altavoz de techo B-620(T) de baja potencia del fabricante DNH. Especificaciones del producto: <http://www.dnh.no/speakers/b-620t-369.aspx> [06/06/2013]
- [19] Altavoz de techo PROB-620(T) de alta potencia del fabricante DNH. Especificaciones del producto: <http://www.dnh.no/speakers/prob-620t-432.aspx> [06/06/2013]
- [20] Altavoz ATEX DSP-25EExmN(T) de alta potencia del fabricante DNH. Especificaciones del producto: <http://www.dnh.no/speakers/dsp-25eexmnt-412.aspx> [06/06/2013]
- [21] Clara Hernández Lugaresi. “Diseño del sistema de megafonía para evacuación y alarma (PAGA) en la planta de gas Margarita en Bolivia”. Proyecto Fin de Carrera, EUITT – Universidad Politécnica de Madrid, 2012.
- [22] “Análisis de circuitos lineales”, Francisco López Ferreras. Editorial Ciencia 3. Distribución SA, Volumen I, 1994
- [23] Artículo de Wikipedia sobre ‘Resistividad’. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Resistividad> [14/06/2013]
- [24] GS EP TEL 140 General Specification for Telecommunications. “Public Address and General Alarm systems”. Total Company. Octubre de 2009, Rev. 06.
- [25] GS EP TEL 160 General Specification for Telecommunications. “Design and installation of CCTV systems”. Total Company. Octubre de 2009, Rev. 06.
- [26] Honeywell, Video Systems. Sitio web: <https://www.honeywellvideo.com/ss/index.html> [24/06/2013]
- [27] “Comunicaciones en Audio y Vídeo”, Luis I. Ortiz Berenguer y Elena Blanco Martín. Capítulo 2: Comunicaciones y redes de datos. Dpto. de Publicaciones de la EUITT, Madrid 2005. 2ª Edición.
- [28] “Ingeniería de vídeo en entornos digitales”, Luis I. Ortiz Berenguer y José Luis Rodríguez Vázquez. Dpto. de Publicaciones de la EUITT, Madrid 2009. 1ª Edición
- [29] Artículo de Wikipedia sobre “Distancia focal”. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Distancia_focal [29/06/13]
- [30] ITU Recomendación BT.656 - “Interfaces para las señales de vídeo con componentes digitales en sistemas de televisión de 525 y 625 líneas que funcionan en el nivel 4:2:2 de la Recomendación ITU-R BT.601”. Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). Diciembre de 2007.
- [31] ITU Recomendación H.264 - “Codificación de vídeo avanzada para los servicios audiovisuales genéricos”. Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). Abril de 2013.
- [32] “Televisión Digital Vol. I. Compresión MPEG”, Alfonso Martín Marcos.
- [33] Artículo de Wikipedia sobre ‘MPEG-4’. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/MPEG-4> [29/06/2013]

- [34] “Apuntes para la asignatura de distribución de la señal de TV”, José Luis Rodríguez Vázquez. Dpto. de Publicaciones de la EUITT-UPM, Madrid 2002.
- [35] JVSG: CCTV Design Software. Sitio web: <http://www.jvsg.com/> [02/07/2013]
- [36] Calculadora online de espacio en disco en configuraciones RAID. Sitio web: <https://www.icc-usa.com/raid-calculator> [04/07/13]
- [37] Artículo de Wikipedia sobre ‘Craqueo. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Craqueo> [16/07/2013]
- [38] El proceso de Hydrocracking. Web: <http://www.refiningnz.com/visitors--learning/classroom--learning-resources/learning-centre/how-it-works---the-refining-process/hydrocracker.aspx> [16/07/2013]
- [39] Acoustic Simulation Software for Integrators, Engineers & Acoustical Consultants. Sitio Web: <http://ease.afmg.eu/> [27/08/2013]
- [40] ‘Cadence PSpice A/D and Advanced Analysis’. Sitio web: http://www.cadence.com/products/orcad/pspice_simulation/pages/default.aspx [27/08/2013]

Anexo 1

Estándares y normativas

Este documento recopila información referente a los distintos estándares y normativas mencionados en la memoria del Proyecto Fin de Carrera “Diseño de los sistemas de comunicación en plantas de exploración y producción de hidrocarburos”.

Contenidos

Directiva ATEX 94/9/CE	3
Grados de Protección IP (Ingress Protection) según el estándar internacional IEC 60529.....	6
Alarmas PAPA, GA y Gas Tóxico según protocolos estandarizados.	8

Directiva ATEX 94/9/CE

**Aparatos y sistemas de protección para uso en
atmósferas explosivas.**

General Information on the Designation of Explosion-Proof Equipment

The designation of electrical equipment and protection systems when put to their intended use in potentially explosive areas is determined according to the requirements of EC Directive 94/9/EC.

The following is an example:  **II 2G EEx d e ib IIC T4**

Explanation:

1. Zones / Equipment Groups / Equipment Categories

There are 2 Equipment Groups: the designation "I" is assigned to electrical equipment for use in underground mining, the designation "II" for use in surface industries. The areas in which there is a risk of explosion are divided into Zones according to the likelihood of a potentially explosive atmosphere being present. In each Zone, the proper equipment must be used according to the Equipment Category (area of usage). The current IEC regulation defines the following Zones:

<i>Classification of Hazardous Areas / Equipment Categories / Equipment Groups</i>				
<i>Combustible Materials</i>	<i>Characteristic for the Explosive Mixture</i>	<i>Zones</i>	<i>Equipment Group (for use in surface industries or underground)</i>	<i>Equipment Category</i>
G: Gases, Vapours, Fumes	Present continuously or frequently or for long periods	Zone 0	II	1G
	Likely to occur in normal operation	Zone 1	II	2G (also 1G)
	Not likely to occur in normal operation and if it occurs it will exist only for a short time	Zone 2	II	3G (also 2G and 1G)
D: Dusts	Present continuously or frequently or for long periods	Zone 20	II	1D
	Likely to occur in normal operation	Zone 21	II	2D (also 1D)
	Swirled up dust not likely to occur in normal operation and if it occurs it will exist only for a short time	Zone 22	II	3D (also 2D and 1D)
M: Methane/Dust	-	Mining	I	M1
	-			M2 or M1

Explosion Subgroups: Classification of Gases and Vapours

Equipment Group "II" is divided into three Gas Groups where IIA is the least volatile and Group IIC the most volatile. North America uses a differing classification according to "Classes" (I, II, III): "Class I" refers to gases and vapours (see table).

<i>Explosion Subgroups / Typical Gases</i>		
GENELEC / IEC	Typical Gases	U.S.A. and Canada
I	Methane	no classification
IIA	Propane, n-Butane, Kerosene	Class I, Group D
IIB	Ethylene, Hydrogen sulphide, Ethyl ether	Class I, Group C
IIC	Hydrogen, Acetylene, Carbon disulphide	Class I, Group B
IIC	Hydrogen, Acetylene, Carbon disulphide	Class I, Group A

2. Types of Explosion Protection

To enable electrical equipment to be used in areas where there is a risk explosion, various explosion protection techniques must be employed to prevent the equipment from igniting explosive atmospheres. Different techniques are used depending on the application and equipment: exclusion of the explosive atmosphere (o, q, m), purged and pressurized (p), containment of internal explosion (d), special mechanical designs (n, e), limiting electrical energy (ia, ib), as well as other measures (s). Each of these techniques is subject to national and/or international standards and regulations.

EEx: Explosion Protection certified according to CENELEC Standard EN 50...

Explosion Protection certified according to CENELEC Standard EN 50... corresponds to the relevant IEC standards and stipulates equipment safety measures that guarantee at least the same degree of safety as the European standards.

<i>Type of Protection / Technique / CENELEC Standard / IEC Standard</i>				
<i>Designation</i>	<i>Type of Protection</i>	<i>Technique</i>	<i>CENELEC</i>	<i>IEC</i>
	General Requirements for all methods		EN 50014	60079-0
EEx d	Flameproof Enclosure	Enclosure contains internal explosion preventing it from igniting surrounding explosive atmosphere	EN 50018	60079-1
EEx e	Increased Safety	Special mechanical design	EN 50019	60079-7
EEx p	Purged and Pressurized	Source of ignition is kept isolated from explosive atmosphere	EN 50016	60079-2
EEx m	Encapsulation		EN 50028	60079-18
EEx o	Oil Immersion		EN 50015	60079-6
EEx q	Powder Filling		EN 50017	60079-5
EEx n	Non-sparking (nA) / Restricted breathing (nR)	Special mechanical design (only for Zones 2 and 22)	EN 50021	60079-15
EEx i* (ia, ib)	Intrinsic Safety	Energy limitation	EN 50020** EN 50039***	60079-11
EEx s	Special Protection	Other methods that do not conform to the standard protection methods		

* The protection type Intrinsic Safety is subdivided into the categories "ia" and "ib".

** Equipment

*** Systems

4. Classification into Temperature Classes

Hot surfaces can also ignite gas/air mixtures when the equipment's surface temperature reaches the ignition temperature of the potentially explosive atmosphere. To guard against this, all electrical equipment intended for use in a potentially explosive atmosphere is classified according to the maximum surface temperature it will reach in service.

<i>Temperature Classes</i>	
	<i>Maximum surface temperature of electrical equipment in °C</i>
T1	> 450
T2	> 300° to ≤ 450° C
T3	> 200° to ≤ 300° C
T4	> 135° to ≤ 200° C
T5	> 100° to ≤ 135° C
T6	> 85° to ≤ 100° C

ms Neumann Elektronik GmbH owns a registered trademark (brand). Other products and company names mentioned herein are trademarks or registered trademarks of their respective owners.

Printing errors, errors, technical or any other changes, as well as changes in the availability of individual products are to be expressly expected.

©

ms Neumann Elektronik GmbH, 2006

Grados de Protección IP (Ingress Protection) según el estándar internacional IEC 60529

Technical Details

IP Rating of Enclosures

As per DIN 40 050 / IEC / VDE 0470 / EN 60529

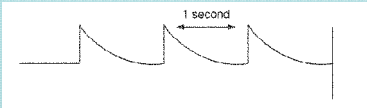
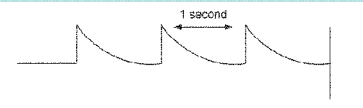
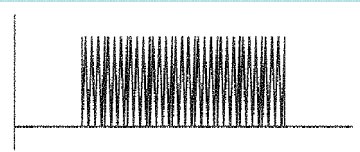
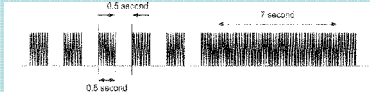
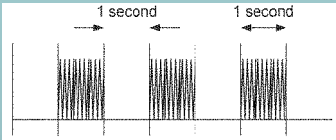
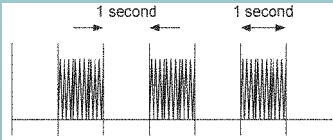
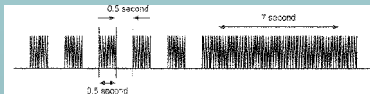


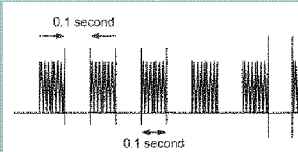
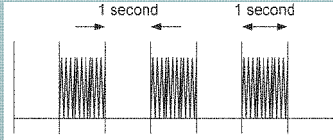
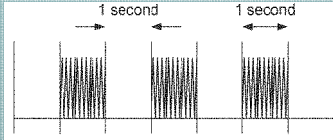
International standards classify the type of protection an enclosure provides by using a two-digit IP (International Protection) code that indicates the degree of protection the enclosure provides against the penetration of foreign objects, dust and water.

A typical IP number for weatherproof enclosures is, for example, **IP65** ¹⁾.

1st Digit of IP Code	Degree of protection against the penetration of solid foreign objects and hazardous access	2nd Digit of IP Code	Degree of protection against water
0	No protection	0	No protection
1	Protected against the penetration of large foreign objects with a diameter greater than 50 mm	1	Protected against the ingress of vertically falling water drops
2	Protected against the penetration of medium-sized foreign objects with a diameter greater than 12 mm	2	Protected against water drops falling at an angle of up to 15° from the vertical
3	Protected against the penetration of small foreign objects with a diameter greater than 2.5 mm	3	Protected against water sprayed at any angle up to 60° from the vertical
4	Protected against the penetration of tools, wire (particulate foreign objects) with a diameter greater than 1.0 mm	4	Protected against water splashing against the enclosure from any direction
5	Completely protected against access to hazardous voltage carrying parts and internal moving parts. Protected against harmful accumulation of dust. Penetration of dust is not entirely prevented, but it must not be to an extent that would impair proper functioning.	5	Protected against water jets sprayed through a nozzle against the enclosure from any direction
6	Completely protected against access to hazardous voltage carrying parts and internal moving parts. Protected against the penetration of dust.	6	Protected against powerful water jets or temporary flooding (heavy seas)
		7	Protected against temporary immersion in water under defined conditions of time and pressures corresponding to depths between 0.15 and 1 m
		8	Protected against continuous submersion in water
		9K	Protected against water sprayed from high-pressure water or steam cleaning jets directed at the enclosure from any direction

¹⁾ If an IP protection rating is not specified for one of the two categories, then the letter X is used instead of the respective digit, e.g. IPX4

Alarmas PAPA (Prepare to Abandon Platform Alarm), GA (Genral Alarm) y Gas Tóxico según protocolos estandarizados.

	PFEER	NORSOK	IMO	DNV
PAPA	<p>Tono <i>Warble</i>, parte de una frecuencia de 1200Hz y baja hasta 500Hz en un tiempo de 1s.</p> 	<p>Tono <i>Warble</i>, parte de una frecuencia de 1200Hz y baja hasta 500Hz en un tiempo de 1s.</p> 	<p>Tono continuo de 1000Hz.</p> 	<p>/ trenes de pulsos de 1kHz seguidos de un tono continuo de 1kHz de 7 segundos, después se repite.</p> 
GA	<p>Tono intermitente, tren de pulsos de 1000Hz en intervalos de 1s, 1s sin señal, 1s con señal.</p> 	<p>Tono intermitente, tren de pulsos de 1000Hz en intervalos de 1s, 1s sin señal, 1s con señal.</p> 	<p>/ trenes de pulsos de 1kHz seguidos de un tono continuo de 1kHz de 7 segundos, después se repite.</p> 	<p>Tono continuo de 1000Hz.</p> 
Toxic Gas	<p>Tono continuo de 1000Hz.</p> 	<p>Tono intermitente, tren de pulsos de 1000Hz en intervalos de 0,1s, 0,1s sin señal, 0,1s con señal. En ráfagas de duración de 1s.</p> 	<p>Tono intermitente, tren de pulsos de 1000Hz en intervalos de 1s, 1s sin señal, 1s con señal.</p> 	<p>Tono intermitente, tren de pulsos de 1000Hz en intervalos de 1s, 1s sin señal, 1s con señal.</p> 

Anexo 2

Planos

Este documento recopila todos los planos referenciados en el Proyecto Fin de Carrera 'Diseño de los sistemas de comunicación en plantas de exploración y producción de hidrocarburos'. Incluye planos generales de una refinería tipo y los planos generados para los sistemas PA/GA y CCTV con la distribución de los correspondientes equipos detallada.

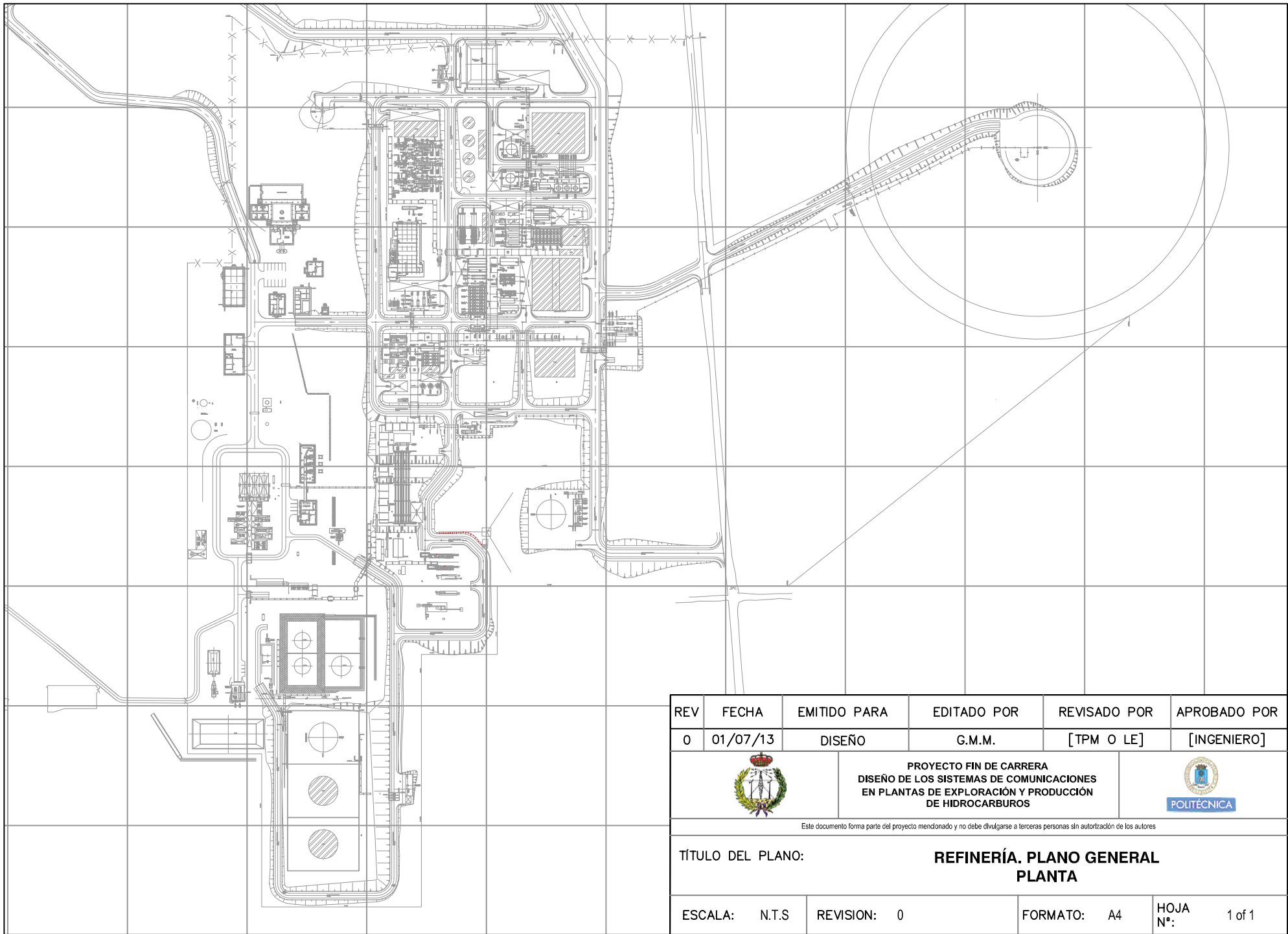
Contenidos

Planos generales 3

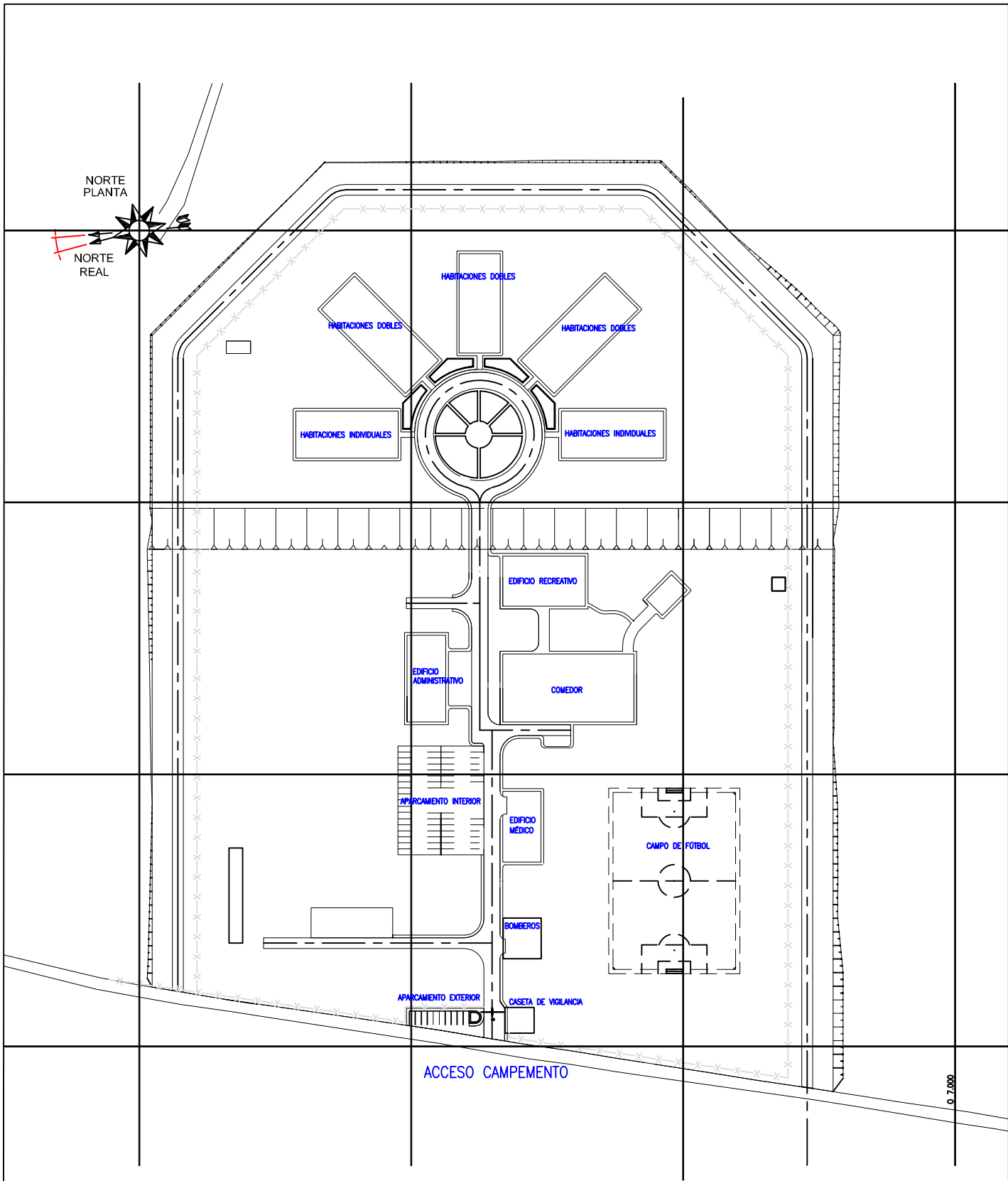
Sistema PA/GA 8

Sistema CCTV..... 11

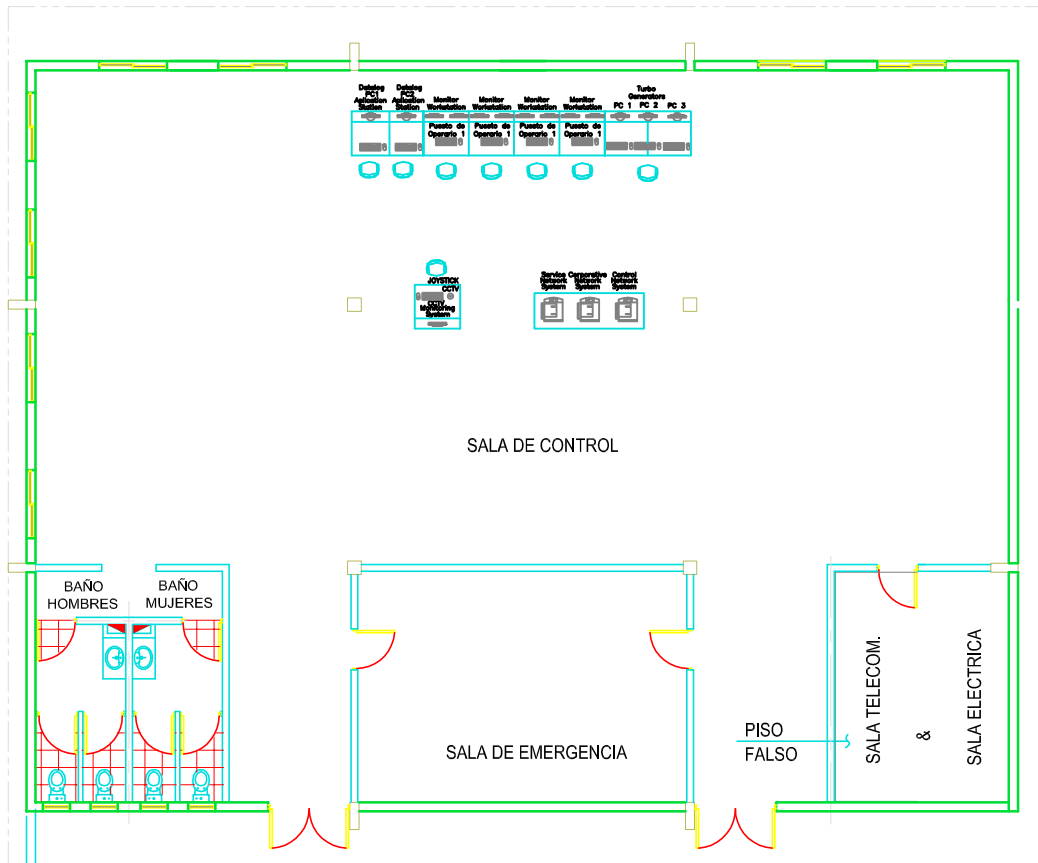
Planos generales



REV	FECHA	EMITIDO PARA	EDITADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
0	01/07/13	DISEÑO	G.M.M.	[TPM O LE]	[INGENIERO]
<div><div></div><div>PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES EN PLANTAS DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS</div><div></div></div> <div>Este documento forma parte del proyecto mencionado y no debe divulgarse a terceras personas sin autorización de los autores</div> <div>TÍTULO DEL PLANO:<div>REFINERÍA. PLANO GENERAL PLANTA</div></div> <div><div>ESCALA: N.T.S</div><div>REVISION: 0</div><div>FORMATO: A4</div><div>HOJA N°: 1 of 1</div></div>					



REV	FECHA	EMITIDO PARA	EDITADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
0	01/07/13	DISEÑO	G.M.M.	[TPM O LE]	[INGENIERO]
		PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES EN PLANTAS DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS			 POLITÉCNICA
Este documento forma parte del proyecto mencionado y no debe divulgarse a terceras personas sin autorización de los autores					
TÍTULO DEL PLANO:			REFINERÍA. PLANO GENERAL ZONA DE CAMPAMENTO		
ESCALA: N.T.S		REVISION: 0		FORMATO: A4	HOJA N°: 1 of 1



PLANTA
ESC.1:100

REV	FECHA	EMITIDO PARA	EDITADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
0	23/05/13	DISEÑO	G.M.M.	[TPM O LE]	[INGENIERO.]
		PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES EN PLANTAS DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS			 POLITÉCNICA
Este documento forma parte del proyecto mencionado y no debe divulgarse a terceras personas sin autorización de los autores					
TÍTULO DEL PLANO:			REFINERÍA. PLANO GENERAL SALA DE CONTROL (PLANTA)		
ESCALA: 1:100		REVISION: 0		FORMATO: A4	HOJA N°: 1 of 1

1 2 3 4

A

A

UNIDAD HYDROCRACKING/HYDROTREATING

AREA DE PROCESOS

RP-15
EDIFICIO

EDIFICIO

E:XXXXXXXX
N:XXXXXXXX

C

C

D

D

E

E

F

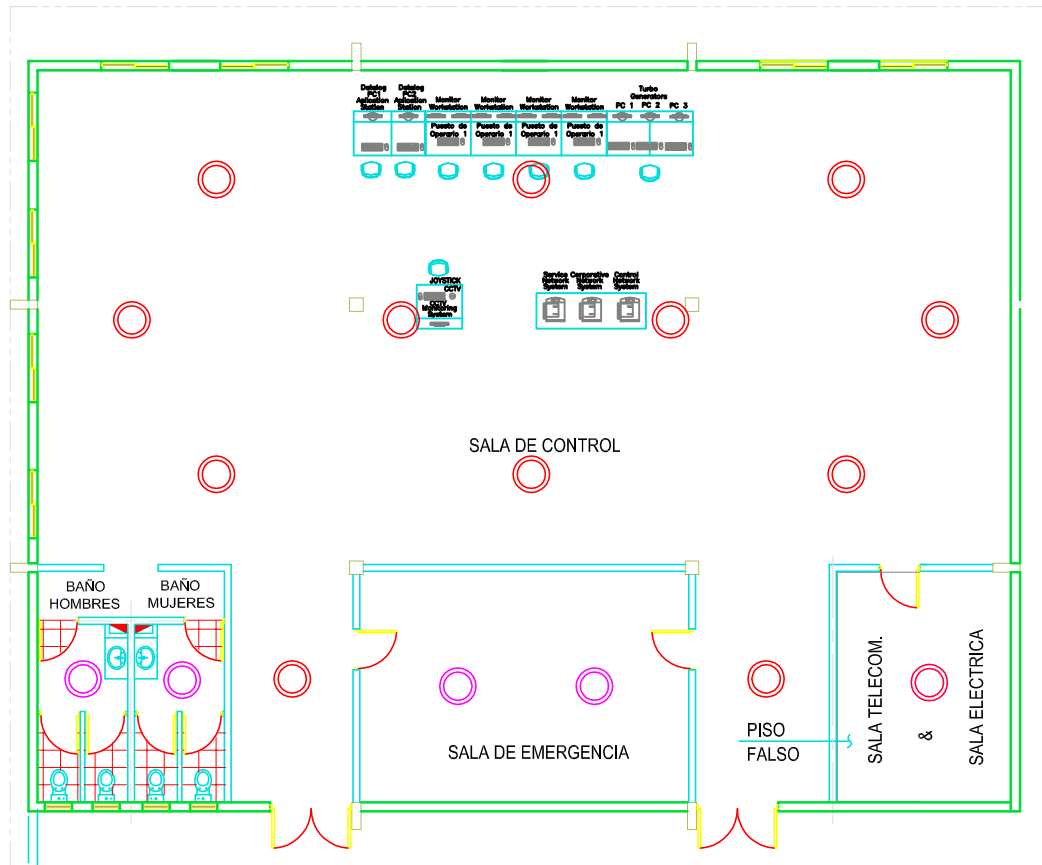
F

REV	FECHA	EMITIDO PARA	EDITADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
0	23/05/13	DISEÑO	G.M.M.	[TPM O LE]	[INGENIERO]
		PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES EN PLANTAS DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS			 
Este documento forma parte del proyecto mencionado y no debe divulgarse a terceras personas sin autorización de los autores					
TÍTULO DEL PLANO:			UNIDAD HYDROCRACKER. PLANO GENERAL (UNIDAD TIPO)		
ESCALA: N.T.S		REVISION: 0		FORMATO: A4	
				HOJA N°:	1 of 1

1

4

Sistema PA/GA



PLANTA
ESC.1:100

LEYENDA

- ALTAVOZ DE TECHO PARA INTERIORES - 30 W
- ALTAVOZ DE TECHO PARA INTERIORES - 6 W

REV	FECHA	EMITIDO PARA	EDITADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
0	23/05/13	DISEÑO	G.M.M.	[TPM O LE]	[INGENIERO]
		PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES EN PLANTAS DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS			 POLITÉCNICA
Este documento forma parte del proyecto mencionado y no debe divulgarse a terceras personas sin autorización de los autores					
TÍTULO DEL PLANO:		SALA DE CONTROL (PLANTA). SISTEMA PA/GA DISTRIBUCIÓN DE ALTAVOCES			
ESCALA: 1:100		REVISION: 0		FORMATO: A4	HOJA N°: 1 of 1

UNIDAD HYDROCRACKING/HYDROTREATING

ÁREA DE PROCESOS A SONORIZAR




SUBESTACIÓN
(EDIFICIO)



ENTRADA A LA UNIDAD (CABLE)

EDIFICIO

E.XXXXX
N.XXXXX

LEYENDA

-  ALTAVOZ EXTERIOR DE ALTA POTENCIA (DSP-25EExmKT) - BUCLE 1
-  ALTAVOZ EXTERIOR DE ALTA POTENCIA (DSP-25EExmKT) - BUCLE 2
-  POSTE METALICO DE 4,5 METROS

REV	FECHA	EMITIDO PARA	EDITADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
0	23/05/13	DISEÑO	G.M.M.	[TPM O LE]	[INGENIERO]
		PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES EN PLANTAS DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS			 POLITÉCNICA
Este documento forma parte del proyecto mencionado y no debe divulgarse a terceras personas sin autorización de los autores					
TÍTULO DEL PLANO:		UNIDAD HYDROCRACKER. SISTEMA PA/GA DISTRIBUCIÓN DE ALTAVOCES			
ESCALA: N.T.S		REVISION: 0		FORMATO: A4	HOJA N°: 1 of 1

Sistema CCTV

UNIDAD HYDROCRACKING/HYDROTREATING

ACCESOS A LA UNIDAD Y A EDIFICIOS




E.XXXXX
N.XXXXX

SUBESTACIÓN
(EDIFICIO)

ENTRADA A LA UNIDAD (CABLE)

EDIFICIO

LEYENDA

-  CÁMARA PTZ PARA EXTERIORES (CAM.D)
-  CÁMARA PTZ PARA INTERIORES (CAM.I)
-  POSTE METALICO DE 4,5 METROS

REV	FECHA	EMITIDO PARA	EDITADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
0	01/07/13	DISEÑO	G.M.M.	[TPM O LE]	[INGENIERO]
		PROYECTO FIN DE CARRERA DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES EN PLANTAS DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS			 
Este documento forma parte del proyecto mencionado y no debe divulgarse a terceras personas sin autorización de los autores					
TÍTULO DEL PLANO:		UNIDAD HYDROCRACKER. SISTEMA CCTV DISTRIBUCIÓN DE CÁMARAS			
ESCALA: N.T.S		REVISION: 0		FORMATO: A4	HOJA N°: 1 of 1

Anexo 3

Simulaciones para el sistema de megafonía PA/GA (Public Address and General Alarm)

Los ficheros generados para la simulación acústica con la herramienta EASE y la simulación eléctrica en PSpice se encuentran disponibles en la copia electrónica adjunta en la memoria del Proyecto Fin Carrera “Diseño de los sistemas de comunicación en plantas de exploración y producción de hidrocarburos”. En este documento se enumeran todos los archivos que puede encontrar en dicha copia electrónica.

Contenidos

Simulación acústica en el entorno EASE	3
Simulación eléctrica de las etapas de amplificación – bucles PA/GA	8

Simulación acústica en el entorno EASE

EASE (*Enhanced Acoustic Simulator for Engineers*) es una herramienta *software* para el diseño y análisis del comportamiento acústico de sonorizaciones tanto para interiores como para exteriores.

Para el presente Proyecto Fin de Carrera se han realizado dos simulaciones: en una sala de control (interior) y en una unidad de procesado *Hydrocracker* (exterior). Los modelos de ambos espacios se recogen en:

- PFC_Gonzalo_Interior_SalaControl
- PFC_Gonzalo_Exterior_Hydrocracker

Las simulaciones realizadas se encuentran guardadas en los archivos *.emp*:

- Sala Control DNH Speackers.emp
- Hydrocracker.emp
- Solo Bucle 1.emp
- Solo Bucle 2.emp

En la página siguiente se adjunta una tabla con todos los materiales que dispone la base de datos de EASE con una pequeña descripción de cada uno de ellos.

EASE Material Base Sorted by Classification			
EASE Name	DOS Name	EASE Description	Notes
Reference Materials			
ABSORBER	absorber.mat	Totally Sound-Absorbing	EASE's default material
â = 10%	10%.mat	10% Sound Absorbing	All values .10
â = 20%	20%.mat	20% Sound Absorbing	All values .20
â = 30%	30%.mat	30% Sound Absorbing	All values .30
â = 40%	40%.mat	40% Sound Absorbing	All values .40
â = 50%	50%.mat	50% Sound absorbing	All values .50
â = 60%	60%.mat	60% Sound Absorbing	All values .60
â = 70%	70%.mat	70% Sound Absorbing	All values .70
â = 80%	80%.mat	80% Sound Absorbing	All values .80
â = 90%	90%.mat	90% sound absorbing	All values .90
MIRROR	mirror.mat	Ideal Sound Reflector	All values 0
LINEAR	linear.mat	linear Frequency Dependence	Linear increase in abs. from low to high frequencies
Common Construction, Walls			
CCLY BRICK	ccllybrick.mat	Bricks compressed clay	Normal unpainted bricks
CLAY BRICK	claybrick.mat	Bricks clay	Normal unpainted bricks
CINDBLK R	cindblkr.mat	CINDER OR CONCRETE BLOCKS ROUGH	Careful, this is unpainted. Paint will drastically reduce the abs. coefficient.
CINDBLK S	cindblks.mat	CINDER OR CONCRETE BLOCKS SMOOTH	Careful, this is unpainted. Paint will drastically reduce the abs. coefficient.
CONCRETE R	concrete.mat	Concrete wall or floor (Rough)	Concrete rough, also rocks, ice for hockey rink before the Zamboni.
CONCRETE S	concretes.mat	Concrete wall or floor (Smooth)	Also Ice for hockey rinks after the Zamboni.
GYP 12.5MM	gyp125mm.mat	Plaster board 12.5mm on 3cm air	Gypsum Board, Sheetrock, Drywall, all the same stuff.
GYP 2X 5/8	gyp2x58.mat	CONSTRUCTION #8 2 LAYER 5/8"	Gypsum Board, Sheetrock, Drywall, all the same stuff.
GYP5/8CEIL	gyp58ceil.mat	5/8" THK MOUNTED 16" CNTR WITH GLS	Gypsum Board, Sheetrock, Drywall, all the same stuff.
GYP 9.5MM	gyp95mm.mat	Plaster board 9.5mm on 5cm air	Gypsum Board, Sheetrock, Drywall, all the same stuff.
GYPBRD 1/2	gypbrd12.mat	1/2" DRYWALL	Gypsum Board, Sheetrock, Drywall, all the same stuff.
GYPBRD 5/8	gypbrd58.mat	5/8" THK MOUNTED 16" CNTR WITH GLS	Gypsum Board, Sheetrock, Drywall, all the same stuff.
MARBLE	marble.mat	MARBLE	Marble
MASONRY PT	masonrypt.mat	MASONRY PAINTED	Painted bricks or concrete.
PNTD BRICK	pntdbrick.mat	UNGLAZED, PAINTED	Painted bricks or concrete.
PLAST/LTHR	plastlthr.mat	ROUGH FINISH ON LATH	Plaster on metal lath, basically concrete.
PLAST/LTHS	plastlths.mat	SMOOTH FINISH ON LATH	Plaster on metal lath, basically concrete.
PLAST/TILE	plasttile.mat	GYPSUM OR LIME SMOOTH FINISH ON TILE	Plaster on metal lath, basically concrete.
TILE, GLAZD	tileglazd.mat	GLAZED TILE	Floor or wall tile.
UNGL BRICK	unglbrick.mat	UNGLAZED	Unglazed bricks
WDPANEL 16	wdpanel16.mat	Wood panelled wall 16mm on 4cm air	5/8" wood paneling on furring strips
WDPANEL 18	wdpanel18.mat	Wood panelled wall 18mm on 4cm air	11/16" wood paneling on furring strips
Common Construction, Floors			
CARPT COMM	carptcomm.mat	COMMERCIAL GRADE CARPET	Commercial "level loop" carpet, minimal pad
CARPT CONC	carptconc.mat	Concrete floor with thin carpet	Commercial "level loop" carpet on concrete floor, no pad
CARPT HVY	carpthvy.mat	HEAVY ON CONCRETE	Residential carpet
CARPT INOT	carptinot.mat	INDOOR-OUTDOOR CARPET	The green stuff at Home Depot
CARPT LPAD	carptlpad.mat	LATEX BACKING ON 40 OZ HAIRFELT	Carpet with re-bond pad and vapor barrier.
CARPT PAD	carptpad.mat	ON 40 OZ HAIRFELT OR FOAM RUBBER	Carpet with re-bond pad
HARDWD CRT	hardwdcrt.mat	WOOD PARQUET IN ASPHALT ON CONCRETE	Wood tile floor
PARQT CON	parqtcon.mat	WOOD PARQUET IN ASPHALT ON CONCRETE	Wood tile floor
PARQUET FL	parquetfl.mat	Wooden parquet floor	Wood tile floor
TBLE TP WD	tbletpwd.mat	Wooden parquet floor	Wood tile floor
TILE, FLOOR	tilefloor.mat	LINOLEUM, ASPHALT, RUBBER, CORK TILE	Most any non-ceramic tile floor.
TERRAZZO	terrazzo.mat	CONCRETE OR TERRAZZO	Polished concrete flooring
WOOD FLR	woodflr.mat	Wooden floor on beams	T & G hardwood, can also be used as ceiling material.
WOODFLR CP	woodflrcp.mat	Wooden floor with thin carpet	T & G hardwood, with carpet over.
WOODFLR LN	woodflrln.mat	Wooden floor covered with linoleum	T & G hardwood, with linoleum flooring over.
WOOF LR CON	wooflrcon.mat	Wooden floor or linoleum on concrete	Hardwood, glued to concrete.
WOOF LR HWD	wooflrhwd.mat	HARDWOOD FLOOR ON BEAMS	T & G hardwood, can also be used as ceiling material.
Common Construction, Windows and Doors			
PLATGLS1/4	platglsl4.mat	1/4" PLATE GLASS	Heavy plate glass.
DOOR HOLLW	doorhollw.mat	Door	Hollow door, masonite or hardboard skinned.
DOOR SOLID	doorsolid.mat	Door, 1 3/4" SOLID CORE WOOD	Solid wood or steel door.
WIND GLASS	windglass.mat	ORDINARY WINDOW GLASS	Plain old window glass
WINDOW DS	windowds.mat	Double pane glass	Plain old window glass, double paned
WINDOW SP	windowsp.mat	Single pane glass	Plain old window glass
Common Construction, Ceilings			
ACDECK 1.5	acdeck15.mat	1.5" THK FBGLS 16GA PERF STL DECK	Steel acoustic decking. perforated with fiberglass over
ACDECK 2.5	acdeck25.mat	2" THK ACOUS DECK 16GA PERF STL DECK	Steel acoustic decking. perforated with fiberglass over
CIRRUS	cirrus.mat	CIRRUS CEILING MATERIAL ARMSTONG	Armstrong Ceiling tile. Sixteen inch/400 mm back space assumed.
CIRRUS 75	cirrus75.mat	CIRRUS 75 CEILING MATERIAL ARMSTONG	Armstrong Ceiling tile. Sixteen inch/400 mm back space assumed.
CORTEGA	cortega.mat	CORTEGA CEILING MATERIAL ARMSTONG	Armstrong Ceiling tile. Sixteen inch/400 mm back space assumed.
NUB CLG 1"	nubclg1.mat	1" NUBBY CEILING MATERIAL ARMSTRONG	Armstrong ceiling panels.
PEBBLEWOOD	pebblewood.mat	RESIDENTIAL CEILING MATERIAL .10NRC	Residential ceiling, glued on.
SANSERRA T	sanserrat.mat	SANSERRA TRAVERTONE	Armstrong Ceiling tile. Sixteen inch/400 mm back space assumed.
SBV CIRRUS	sbvcirrus.mat	SCORED BEVELED TEGULAR CIRRUS	Armstrong Ceiling tile. Sixteen inch/400 mm back space assumed.
SNDLKCORTG	sndlk cortg.mat	SECOND LOOK CORTEGA CEILING MATERIAL	Armstrong Ceiling tile. Sixteen inch/400 mm back space assumed.
TEG CIRRUS	tegcirrus.mat	TEGULAR CIRRUS CEILING	Armstrong Ceiling tile. Sixteen inch/400 mm back space assumed.
TEXTURED	textured.mat	RESIDENTIAL CEILING MATERIAL .55NRC	Residential ceiling, glued on.
TUNDRA 1"	tundra1.mat	1" OPEN PLAN TUNDRA CEILING MATERIAL	Armstrong Ceiling tile. Sixteen inch/400 mm back space assumed.

ULTIMA	ultima.mat	ULTIMA CEILING MATERIAL ARMSTONG	Armstrong Ceiling tile. Sixteen inch/400 mm back space assumed.
Common Construction, Sheet Goods			
CHPBRD16MM	chpbrd16mm.mat	Chip board 16mm on 3cm air	Chipboard, also OSB. Thin panels supported only at edges
CHPBRD25MM	chpbrd25mm.mat	Chip board 25mm on 3cm air	Chipboard, also OSB. Thin panels supported only at edges
CHPBRD 8MM	chpbrd8mm.mat	Chip board 8mm on 3cm air	Chipboard, also OSB. Thin panels supported only at edges
FIB/BD AIR	fibbdair.mat	1/2" MOUNTED OVER 1" AIR SPACE	Fiberboard. Thin panels supported only at edges
FIB/BD PTD	fibbdptd.mat	1/2" MNT SOLID BCK SOME PAINTED	Fiberboard. Thin panels supported only at edges
FIB/BD UP	fibbdup.mat	1/2" MOUNTED/SOLID BACKING UNPAINTED	Fiberboard. Thin panels supported only at edges
FLEXBOARD	flexboard.mat	3/16" ASBESTOS MNT OVER 2" AIR SPACE	Panel supported only at edges
HARDBOARD	hardboard.mat	1/8" MOUNTED OVER 2" AIR SPACE	Door skin, Thin panels supported only at edges.
MASONITE	masonite.mat	1/2" MNT/OVER 1" AIR SPACE	Door skin, Thin panels supported only at edges.
PLYWD 1/2	plywd12.mat	1/2" THICK OVR/2"4" AIR SP.	Panel supported only at edges
PLYWD 1/4	plywd14.mat	1/4" MNT/OVR 3" AIR SPACE	Panel supported only at edges
PLYWD 2"	plywd2.mat	2"GLUED TO 2 1/2" PLASTER ON LATH	Might as well be concrete
PLYWD 3/8	plywd38.mat	3/8"	Panel supported only at edges
PLYWD 6MM	plywd6mm.mat	Plywood panelling 6mm on 5cm air	Panel supported only at edges
STEEL	steel.mat	steel	Fairly heavy sheet steel
Insulation, Common			
3"FIB INSL	3fibinsl.mat	FIBGLS FACED W KRAFT PAPER 3.5"THK	Pink stuff, R11, Kraft paper towards noise.
6"FIB INSL	6fibinsl.mat	FIBGLS FACED W KRAFT PAPER 6"THK	Pink stuff, R19, Kraft paper towards noise.
CELOTEX	celotex.mat	1"THK AP INSULATION W/FOIL SURFACE	Rigid fiberglass board w/vapor barrier
FIB/GLS 1"	fibglsl1.mat	AF 100 1" MOUNTING 4	Rigid fiberglass board, Owens Corning 703 or equal.
FIB/GLS1"A	fibglsl1a.mat	AF 530 1" MOUNTING 4	Rigid fiberglass board, Owens Corning 703 or equal.
FIB/GLS 2"	fibglsl2.mat	AF 100 2" MOUNTING 4	Rigid fiberglass board, Owens Corning 703 or equal.
FIB/GLS2"A	fibglsl2a.mat	AF 530 2" MOUNTING 4	Rigid fiberglass board, Owens Corning 703 or equal.
FIB/GLS4"A	fibglsl4a.mat	AF 530 4" MOUNTING 4	Rigid fiberglass board, Owens Corning 703 or equal.
Seating, Occupied			
PUB IN WDP	pubinwdp.mat	CONGREGATION IN WOODEN PEWS	People sitting in wooden pews, fully occupied
PUBLIC TKC	publictkc.mat	Public on thick upholstered chairs	People sitting in well upholstered chairs, fully occupied
PUBLIC TNC	publictnc.mat	Public on thin upholstered chairs	People sitting in lightly upholstered chairs, fully occupied
PUBLIC WC	publicwc.mat	Public on wooden chairs	People sitting in un-upholstered chairs, fully occupied
STDNTS WC	stdntswc.mat	STUDENTS IN WOODEN SEATS	Some grad student measured his friends.
Seating, Unoccupied			
MTSEAT FAB	mtseatfab.mat	FAB.WELL UPOLST. SEATS UNOCCUP	Empty seats, fabric (get it, M T Seat ... say it aloud)
MTSEAT LTH	mtseatlh.mat	LEATHER UPOLST SEATS UNOCCUP	Empty seats, leather
MTSEAT WD	mtseatwd.mat	CHAIR,METAL OR WOOD UNOCCUP	Empty seats, wood
Acoustical Treatments, Generic			
ACOUSTILE	acoustile.mat	SUFACE TILE GLAZED/PERFORATED(AIR)	Generic acoustic tile, glue on, the kind with big perforations.
AC PLASTER	acplaster.mat	1/2" Thick Zonolite	Generic acoustical plaster.
DRAPE MED	drapedmed.mat	Draperies medium	Draped to 1/2 area; i.e. 20 feet of drapes over 10 feet of surface.
DRAPE THIN	drapedthin.mat	Draperies thin	Draped to 1/2 area; i.e. 20 feet of drapes over 10 feet of surface.
DRAPE THK	drapedthk.mat	Draperies thick	Draped to 1/2 area; i.e. 20 feet of drapes over 10 feet of surface.
GLS/WL 1"	glswl1.mat	1" MNT/SOLID BACKING COVERED/FABRIC	Glass wool
GLS/WL 2"	glswl2.mat	MNT 1" AIR SPACE OPEN WEAVE	Glass wool
Plaster20_0,5	plaster20_0,5.m	Absorbion Coefficient 0,5 Zoll	Generic acoustical plaster.
Plaster20_1_0,25	plaster20_1,25.	Absorbion Coefficient 1 1/4 Zoll	Generic acoustical plaster.
Plaster20_1	plaster20_1.mat	Absorbion Coefficient 1 Zoll	Generic acoustical plaster.
ROCKWOOL 1	rockwool1.mat	2" THICK MNT/SOLID BCK	Rock Wool is also called Mineral Wool; made from furnace slag.
ROCKWOOL 2	rockwool2.mat	MOUNTED OVER 1" AIR SPACE	Rock Wool is also called Mineral Wool; made from furnace slag.
ROCKWOOL 3	rockwool3.mat	MOUNTED OVER 2" AIR SPACE	Rock Wool is also called Mineral Wool; made from furnace slag.
SPRAY ACOU	sprayacou.mat	SPRAYED CELLULOSE FIBERS 1" ON CONC	Spray on cellulose fiber insulation. This is not ICC K13.
URETH PANE	urethpane.mat	1"THK URETHANE FOAM PANEL	Packing foam. Remove from room before it catches fire.
VELOUR HVY	velourhvy.mat	HEAVY 18oz DRAPED TO 1/2 AREA	Theatrical borders
VELOUR LT	velourlt.mat	LIGHT (10 oz) HUNG TOUCHING WALL	Theatrical borders
VELOUR MED	velourmed.mat	MED. 14oz DRAPED TO 1/2 AREA	Theatrical borders
Acoustical Treatments, Comercial Products, by Vendor			
Armstrong			
NUB WALL1"	nubwall1.mat	1" NUBBY WALL MATERIALS ARMSTRONG	Armstrong wall panels.
SS60FR701A	ss60fr701a.mat	SS60 FR701A WALL MATERIALS ARMSTRONG	Armstrong wall panels.
SS85CLASSC	ss85classc.mat	SS85 CLASSIC VINYL WALL MATERIALS	Armstrong wall panels.
SS85FR701A	ss85fr701a.mat	SS85 FR701A WALL MATERIALS ARMSTRONG	Armstrong wall panels.
Illbruck			
SONEX 2"	sonex2.mat	SONEX 2" THICK ON FLOOR	Convolutd foam, "egg crate" style.
SONEX 3"	sonex3.mat	SONEX 3" THICK ON FLOOR	Convolutd foam, "egg crate" style.
SONEX 4"	sonex4.mat	SONEX 4" ON FLOOR	Convolutd foam, "egg crate" style.
MBI			
BAFL 1"15F	baf115f.mat	1"X1.5# W/FABRIC COVER	Hanging acoustical baffle.
BAFL1"3P2M	baf113p2m.mat	1"THK 3#CORE W/2MIL PLASTIC COVER	Hanging acoustical baffle.
BAFL1.5"15	baf11515.mat	1.5"THK 1.5LB CORE W/2MIL PLAS COVER	Hanging acoustical baffle.
BAFL2"15P	baf1215p.mat	2"THK 1.5LB CORE W/2MIL PLAS COVER	Hanging acoustical baffle.
BAFL2"15P3	baf1215p3.mat	2"THK 1.5LB CORE W/3MIL PLAS COVER	Hanging acoustical baffle.
BAFL2" 2F	baf122f.mat	2"THK 2LB CORE FABRIC COVERED	Hanging acoustical baffle.
BAFL2"2PP	baf122pp.mat	2"THK 2LB CORE W/2MIL PERF PLAS COVE	Hanging acoustical baffle.

COLORSON1	colorson1.mat	1"THK#6 CORE FABRIC COVERED PANEL	Wall panel, fabric covered rigid fiberglass One inch thick.
COLORSON2	colorson2.mat	2"THK #6CORE FABRIC COV PANEL	Wall panel, fabric covered rigid fiberglass. Two inches thick.
2" LAPNDRY	2lapndry.mat	2"THK .75LB 3MIL PERF PLAS COVER	Hanging acoustical baffle.
4" LAPNDRY	4lapndry.mat	4"THK .75LB 3MIL PERF PLAS COVER	Hanging acoustical baffle.
PILLOWBAFL	pillowbaf1.mat	PILLOBAFFLE 1" THK MOUNTED HANGING	Hanging acoustical baffle.
RPG			
2DGYD DIFF	2dgyd1diff.mat	RPG 2 DEMENSIONAL GYPSUM DIFFUSOR	Diffuser
ABBFUSOR	abbbf1usor.mat	RPG FABRIC WRAP ABS/DIFF PANEL	Diffuser
ABS BLOCK	absblock.mat	GLZD TILE,RAND PERF 8"X16" TILES/GLS	Absorber/Diffuser concrete block.
DIF BLK1	difblk1.mat	RPG CONCRETE DIFFUSER BLK UNPAINTED	Absorber/Diffuser concrete block.
DIF BLK2	difblk2.mat	RPG CONCRETE DIFFUSER BLK PAINTED	Absorber/Diffuser concrete block.
DIFFRACTAL	diff1ractal.mat	RPG WOOD ONE DIMENSIONAL DIFFRACTAL	Diffuser
FLUTTER	flutter.mat	RPG WOOD ONE FLUTTER CONTROL MOULDNG	Diffuser
OMNIFUSOR	omniffusor.mat	2-D DIFFUSOR	Diffuser
QUAD DIFSR	quaddifsr.mat	RPG THERMOFORMED QUADRATIC DIFFUSOR	Diffuser
QUAD R DIF	quadr1dif.mat	RPG WOOD QUADRATIC RESIDUE DIFFUSOR	Diffuser
QUAD T DIF	quadt1dif.mat	RPG CLR PLAS QUADRATIC RESIDUE DIFFU	Diffuser
PYRMID DIF	pyrmid1dif.mat	RPG PYRAMIDAL DIFFUSOR	Diffuser
Tectum			
TECTUM109	tectum109.mat	1" on 2X2 WITH 21/2" R8 NOISE BARRR	Compressed wood fiber absorber panel. Impact resistant.
TECTUM1.5A	tectum15a.mat	1.5" ON A MTG	Compressed wood fiber absorber panel. Impact resistant.
TECTUM15C4	tectum15c4.mat	1.5" ON C-40 MTG	Compressed wood fiber absorber panel. Impact resistant.
TECTUM15D2	tectum15d2.mat	1.5" ON D-20 MTG	Compressed wood fiber absorber panel. Impact resistant.
TECTUM1A	tectum1a.mat	1" on A MTG	Compressed wood fiber absorber panel. Impact resistant.
TECTUM1C20	tectum1c20.mat	1" on C-20 MTG	Compressed wood fiber absorber panel. Impact resistant.
TECTUM1C40	tectum1c40.mat	1" on C-40 MTG	Compressed wood fiber absorber panel. Impact resistant.
TECTUM1D20	tectum1d20.mat	1" on D-20 MTG	Compressed wood fiber absorber panel. Impact resistant.
TECTUM2C40	tectum2c40.mat	2" ON C-40 MTG	Compressed wood fiber absorber panel. Impact resistant.
TECTUM2CA	tectum2ca.mat	2" ON A MTG	Compressed wood fiber absorber panel. Impact resistant.
TECTUM2D20	tectum2d20.mat	2" ON D-20 MTG	Compressed wood fiber absorber panel. Impact resistant.
Acoustical Treatments, Shop Built			
500HZPANEL	500hzpanel.mat	500 Hz Helmholtz Resonator w/f	See "Master Handbook of Acoustics, 4th ed." for construction details.
PERFPANEL1	perfp1panel.mat	perfp1panel .18% on 8" cavity w/4"f	See "Master Handbook of Acoustics, 4th ed." for construction details.
PERFPANEL2	perfp2panel.mat	perfp2panel .79% on 8" cavity w/4"f	See "Master Handbook of Acoustics, 4th ed." for construction details.
PERFPANEL3	perfp3panel.mat	perfp3panel 1.4% on 8" cavity w/4"f	See "Master Handbook of Acoustics, 4th ed." for construction details.
PERFPANEL4	perfp4panel.mat	perfp4panel 8.7% on 8" cavity w/4"f	See "Master Handbook of Acoustics, 4th ed." for construction details.
PERFPANEL5	perfp5panel.mat	perfp5panel .18% on 4" cavity w/2"f	See "Master Handbook of Acoustics, 4th ed." for construction details.
PERFPANEL6	perfp6panel.mat	perfp6panel .79% on 4" cavity w/2"f	See "Master Handbook of Acoustics, 4th ed." for construction details.
PERFPANEL7	perfp7panel.mat	perfp7panel 1.4% on 4" cavity w/2"f	See "Master Handbook of Acoustics, 4th ed." for construction details.
PERFPANEL8	perfp8panel.mat	perfp8panel 8.7% on 4" cavity w/2"f	See "Master Handbook of Acoustics, 4th ed." for construction details.
Other Materials			
BED	bed.mat	BED, HOSPITAL OR SINGLE	
GRASS	grass.mat	GRASS,MARION BLUEGRASS 2" HIGH	
GRAVEL	gravel.mat	GRAVEL, LOOSE MOIST 4" THK	
LAKE/POND	lakepond.mat	LAKE MODERATLY SMOOTH	
POOL/SWIM	poolswim.mat	SWIMMING POOL	
SNOW	snow.mat	SNOW, FRESHLY FALLEN 4" THK	
SOIL	soil.mat	SOIL,ROUGH	
TREES	trees.mat	TREES,FIRS 20 SQ FT GRD AREA PERTREE	
Unknown, no details			
WOOD GRID0	woodgrid0.mat	Wooden grid 90/15mm on 6cm air + gw	No details available
WOOD GRID1	woodgrid1.mat	Wooden grid 35/15mm on 2cm air	No details available
WOOD GRID1	woodgrid1.mat	Wooden grid 35/15mm on 2cm air	No details available
WOOD GRID2	woodgrid2.mat	Wooden grid 35/15mm on 2cm glasswool	No details available
WOOD GRID3	woodgrid3.mat	Wooden grid 35/15mm on 40cm air	No details available
WOOD GRID4	woodgrid4.mat	Wooden grid 35/15mm on 40cm glasswoo	No details available
WOOD GRID5	woodgrid5.mat	Wooden grid 60/15mm on 40cm air + gw	No details available
WOOD GRID6	woodgrid6.mat	Wooden grid 120/15mm on 40cm glasssw.	No details available
WOOD GRID7	woodgrid7.mat	Wooden grid 90/15mm on 40cm air + gw	No details available
WOOD GRID8	woodgrid8.mat	Wooden grid 90/15mm on 40cm air only	No details available
WOOD GRID9	woodgrid9.mat	Wooden grid 90/15mm on 6cm air only	No details available

**Simulación eléctrica de las etapas
de amplificación – bucles PA/GA
(PSpice)**

PSpice (*Personal Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*) es una herramienta software de simulación de circuitos analógicos y lógicos. Se han representado en el módulo *Schematics* el circuito eléctrico equivalentes a las etapas de amplificación.

Los archivos generados y que se encuentran disponibles en la copia electrónica del Proyecto Fin de Carrera “Diseño de los sistemas de comunicación en plantas de exploración y producción de hidrocarburos” son:

- PFC_Gonzalo_Bucle1.sch
- PFC_Gonzalo_Bucle2.sch

Anexo 4

Hojas de características (Datasheets) del sistema CCTV

Este documento es un compendio de todas las hojas de características correspondientes a los equipos que conforman el sistema de CCTV diseñado para el Proyecto Fin de Carrera 'Diseño de los sistemas de comunicación en plantas de exploración y producción de hidrocarburos'.

Contenidos

Unidad central – DVM Digital Video Manager	3
DVM Database Server & DVM Camera Server.....	20
DVM Camera Server.....	20
RAID 5.....	23
Workstation.....	26
Mando de control remoto.....	29
Cámaras de vídeo	32
Fuente de alimentación	41
Codificador MPEG-4	44
Receptor y Transmisor de fibra óptica.....	47
Convertidor de medios.....	54

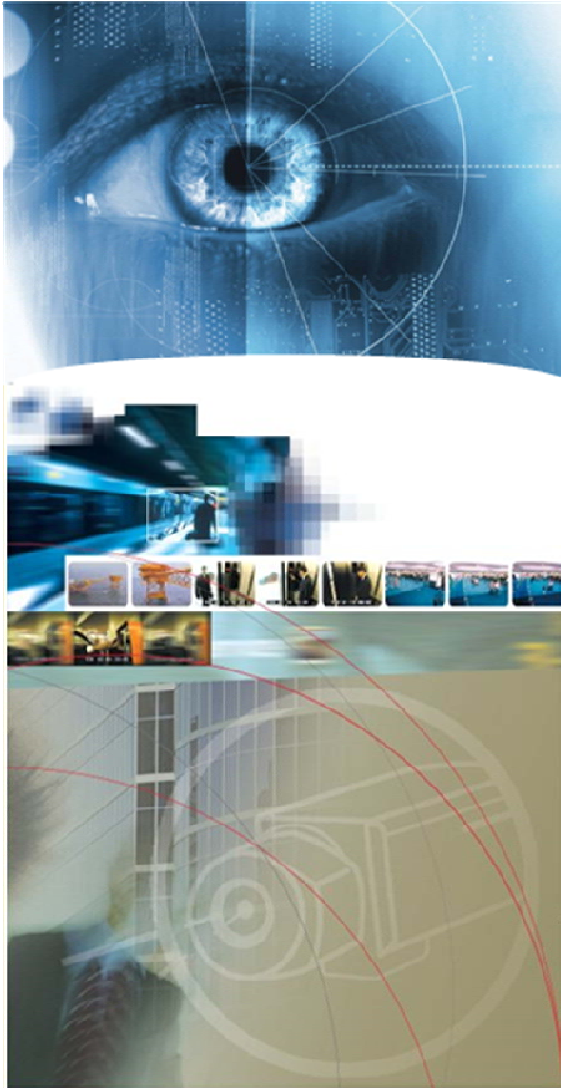
Unidad central

Digital Video Manager

DVM

Digital Video Manager (R300)

SPECIFICATION DATA



KEY FEATURES

- **Software-based system architecture that uses off-the-shelf hardware to deliver a non-proprietary digital video solution that maximizes the return on your surveillance investment.**
- **Flexible and distributed system architecture, including remote (IP) video, leveraging your existing facility's Ethernet network**
- **Complete integration with Honeywell Enterprise Buildings Integrator™ (EBI) allowing a single, information-rich User Interface with outstanding usability**
- **Advanced, integrated operator security with your EBI system.**
- **Integrated Video Analytics for “Smarter Video” using Honeywell's Intelligent Video Analytics for activation of recordings, and raising of alarms and events in EBI.**
- **Intelligent recording, ensuring you never miss vital video, including capturing video prior to an incident.**
- **Efficient video collection, reducing the amount of redundant and irrelevant video.**
- **State-of-the-art video storage, providing fast, convenient access to all important video data, all the time.**
- **Digitally signed recordings, with a digitally signed complete audit trail (log) of all operator actions and system events.**



OVERVIEW

Shaped by Honeywell's technology and integration expertise, Honeywell Digital Video Manager (DVM) is a scalable, digital closed-circuit television (CCTV) surveillance solution that sets a new standard in cost-effectiveness, flexibility and performance.

The solution addresses head-on the challenges of today's video surveillance, security and enterprise operations. Its architecture takes advantage of your enterprise's network communications structure – eliminating the need for coaxial cables and providing unmatched camera portability and flexibility.

DVM's flexible architecture also allows you to re-use your existing CCTV infrastructure of analog switchers, multiplexers, monitors and coaxial cabling, while extending their functionality through integration to the enterprise network. This protects your existing CCTV investment while taking advantage of the latest digital video technologies.

Your staff won't have to spend time searching through old videotapes for a particular recording; the video images are stored in the system and referenced in the DVM database, from where they can be quickly located and viewed using DVM's advanced search capabilities. In addition, DVM is tightly integrated with Honeywell Enterprise Buildings Integrator™, providing alarm and event-activated recording so that you only capture the video you need, when you need it most.

With Digital Video Manager, you receive all the benefits of digital CCTV and much, much more. In an environment where you are continuously seeking ways to optimize your resources, this powerful tool can help enhance the productivity and effectiveness of your surveillance operations, reduce equipment and space needs, provide flexibility, and drive down installation and lifecycle costs.

SYSTEM ARCHITECTURE

Digital Video Manager is built upon industry standard open networking, PC hardware, and software applications, taking advantage of the most cost-effective, powerful components available.

Using commercial off-the-shelf hardware allows you to use the cameras, PC, storage, and networking hardware of your choice – no need to pay premiums for proprietary hardware. Unlike proprietary digital video recorders (DVRs) and Network Video Recorders (NVR's), DVM allows you to deliver system hardware and software upgrades independently. This lowers your support costs and ensures a “future-proof” upgrade path. Use of off-the-shelf components also ensures that DVM can easily be integrated into your existing enterprise system support strategy, further simplifying support needs and reducing the cost of ownership.

The basic architecture consists of a Database Server and a Camera Server, which can be installed on the same machine. Additional Camera Servers and Analytics Servers can be added to the architecture to support larger numbers of cameras.

DVM can integrate your legacy analogue CCTV equipment into a complete, digital solution and take full advantage of open TCP/IP network technologies to deliver software-based camera switching and control, as well as digital recording. In this way the enterprise network becomes a “virtual” matrix switcher. This revolutionary architecture makes it remarkably easy to add or relocate cameras within your building's network without the need for any dedicated coaxial cables. New CCTV monitors simply require a network-connected PC with suitable software. In fact, any PC with a connection (including wireless) to the network and adequate security levels can view and control DVM.

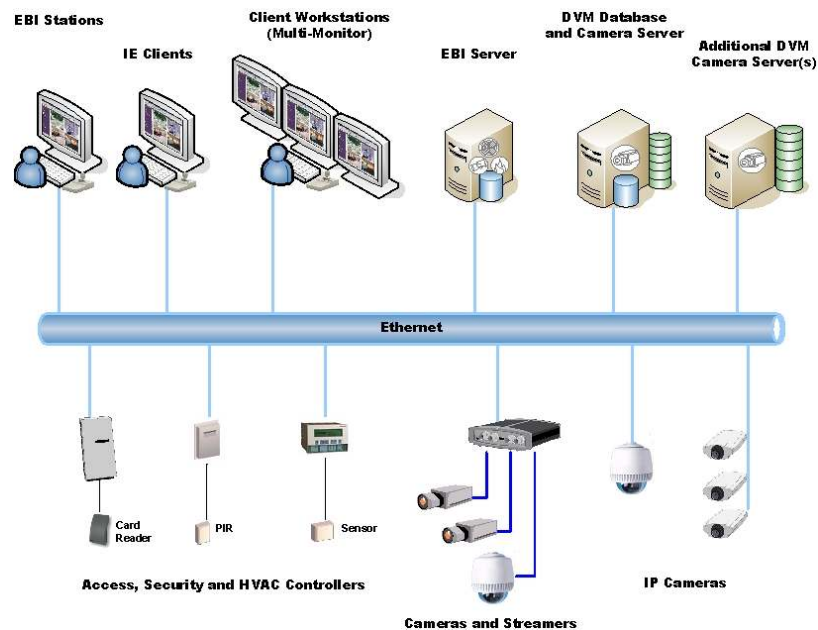
Because all video is digitally stored, you no longer need to

purchase and maintain racks of recording equipment, monitors and switches, not to mention the security room space and utilities required to support them.

DVM's advanced High Availability architecture provides features that far exceed those of other digital video systems. When a DVR fails it must be physically replaced with another DVR unit, which is costly in terms of both hardware replacement and labour expenses. Additionally, the loss of the DVR unit reduces productivity and increases risk as the cameras attached to the failed DVR are no longer available for viewing and recording. With Honeywell DVM, the Database Server is available in a redundant configuration, so that if the Master Database Server fails, the system immediately fails over to the Backup Database Server. This minimizes disruption and ensures that recording continues uninterrupted.

In a distributed architecture environment, DVM can protect against failure of a Camera Server by taking advantage of your enterprise's structured cabling solution and dynamically reassigning cameras to other Camera Servers. Manual cable swapping of the cameras and/or standby (redundant) equipment is not required.

Since DVM uses off-the-shelf PCs, you can use hardware that meets your IT organization's standards, ensuring that server replacement is quick and cost effective. DVM's cameras are connected directly to the network, so there is only a power cord and network connection to deal with when replacing the server hardware. Devices supporting Power-over-Ethernet further simplify upgrade and replacement. Compare this with the numerous (32 or more) coaxial connections that need to be disconnected and re-connected when replacing a DVR.



The use of RAID-1 (disk mirroring) provides fault tolerance for the DVM Database Server software and database. Additionally, the use of a redundant pair of Database Servers ensures that failure of one of the Database Servers does not stop the DVM system. The DVM Camera Servers may also use RAID-5 (disk striping with parity) or RAID 1+0 (mirrored sets in a striped set), providing a fault-tolerant video storage solution whereby a disk drive failure does not result in loss of video data.

INTEGRATION WITH ENTERPRISE BUILDINGS INTEGRATOR (EBI)

Digital Video Manager seamlessly integrates with Enterprise Buildings Integrator (EBI), including the user interface (Station), the alarm and event subsystems, and controllers. Now your security system, building management system and CCTV system are completely integrated, with your operators viewing and controlling all systems from a single Station.

This integration with EBI includes:

- Full control, view and configuration of DVM systems from within EBI Stations.
- Integrated facility segregation, whereby cameras can be assigned to the same areas as points. In this way, operators can only view and control cameras in the areas assigned to them.
- Integrated operator-based security
- Integrated Station-based security
- Alarms and events occurring within EBI can be configured to automatically initiate recordings, and automatically switch Stations (as well as alarm monitors) to show a particular camera.
- Direct access is provided from within the EBI Alarm and Event summary displays to display any recordings initiated by an EBI alarm/event or motion detection dramatically reducing the amount of time operators need to spend searching for recordings related to events.
- View both live and recorded video from within EBI custom displays. HMIWeb Display Builder (the tool used to create custom displays) provides ActiveX controls which can be inserted into custom displays and popup displays to show live and recorded video, as well as pan-tilt-zoom and recording controls.
- All DVM system alarms/events (including video motion detection) appear within the EBI Alarm and Event summary displays.

Because of this integration with EBI, DVM can respond to EBI alarms and events, automatically recording vital video, making the system less dependent on operator observations and enabling real-time decision making. Operators are only presented with information related to an abnormal event or threat situation. There is no need to watch a video monitor wall, manually call up cameras, or search through dozens of tapes to find the associated information.

The ability to view video as well as monitoring and controlling the facility, increases productivity and greatly improves abnormal event management—providing your operators with an advanced operating environment.

SINGLE, INFORMATION RICH USER INTERFACE

Digital Video Manager puts advanced functionality at your fingertips, helping to increase personnel productivity and responsiveness. Your operators can perform all viewing, recording, archiving and retrieval of DVM video from their EBI Station – they do not need to leave their Station to view the CCTV system, replace a tape in the video recorder, activate a recording or search for a video tape.

Operators can view and move cameras while simultaneously monitoring and controlling doors, hallways and HVAC. Integrated navigation displays, menus and toolbars are provided to allow operators to quickly navigate to the desired display, which may be EBI-specific, DVM-specific, or an integrated display containing a combination of building management data, security management data and live (or recorded) video.

Operators can control individual camera pan-tilt-zoom functions, enter recording commands, view high-quality live images, as well as record and play stored video. And for maximum ease of use, Station uses Web-style navigation buttons, tab views and intuitive, VCR-style recording controls.

Pan-tilt-zoom cameras are controlled using camera control buttons, mouse control or joystick control.



ADVANCED, INTEGRATED SECURITY

Digital Video Manager delivers advanced security features previously found only in the most expensive high-end video surveillance management systems, and never before available in a CCTV system. DVM allows you to specify which operators can view which cameras, and even which operators have access to which recordings. This is achieved with no additional configuration because DVM integrates seamlessly with EBI's security model. An operator, once assigned areas of viewing and control within the building, has immediate access to cameras within those areas. The operator's security level and control level within EBI determines what degree of view and control they have within DVM, with all operator and DVM system actions being logged.

INTELLIGENT RECORDING

Digital Video Manager recordings can include not only what happened after the event (post-event recording), but also what happened prior to the event (pre-event recording). This provides a complete picture of the entire event, significantly enhancing investigations, evidence and outcomes. This feature is provided without the need to perform a continuous recording (as is traditionally performed in CCTV systems).

Digital Video Manager provides four methods of initiating recordings:

- **Alarm/Event-activated Recordings:** Integration with EBI enables activation of a recording when an alarm or event occurs. Your EBI system determines when recordings should be made on any camera, with video prior to the alarm or event also captured using the pre-record feature.
- **Video Analytics Recordings:** Video is recorded when DVM detects motion or receives notification from the video analytics subsystem of an event of interest. Again, video prior to the event can also be stored with the recording using the pre-record feature.
- **Camera Tamper Recordings:** Video is recorded when DVM detects potential tampering on a camera. Video prior to the event can also be stored with the recording using the pre-record feature – since the tamper event may result in unusable video, the pre-event record feature may be very useful in providing evidence of the actual tampering.
- **Intercom Activated Recordings:** Video and bi-directional audio is recorded (either automatically or manually) when an intercom call is initiated within the DVM system. Video prior to the event can also be stored with the recording using the pre-record feature.
- **Device Input/Output Recordings:** Video is recorded when an input device connected to an IP camera or video encoder is triggered or an output is activated on configured devices. Video prior to the event can also be stored with the recording using the pre-record feature.
- **Operator-initiated Recordings:** These recordings are initiated by an operator during viewing of the camera. An operator, who has noticed an incident, simply clicks the record button to record the video. Video prior to the record button being pressed is also stored in the recording using the pre-record feature. Manual recordings can either run for a pre-determined length of time or can be terminated by the operator.
- **Scheduled Recordings:** Recordings are scheduled on particular cameras at specified times. Each camera has its own schedule, which can be configured for any time in the future. Re-current (repeated) scheduling is also provided on a daily, weekly and monthly basis.
- **Continuous Background Recordings:** Video – and audio if applicable – can be continuously recorded on any camera at configurable frame rates without the need to enable complex schedules. This type of recording is resilient to network communication errors between the Camera and Database Server.

A combination of all these types of recordings is available on every camera in the system, with each one individually configured for maximum flexibility and simplicity. All recordings are stored on the hard drives of the Camera Servers until they are either deleted or archived. The storage of recordings is managed automatically by DVM, or can be set manually for any camera.

INTERNET EXPLORER CLIENTS

Digital Video Manager allows any suitable PC (using the appropriate operating system) to be a DVM client, in a similar way to EBI Stations. In such cases, Microsoft Internet Explorer is used to host the DVM displays.

This provides the following major benefits:

- Any PC that has a TCP/IP connection to DVM can have full view and control (subject to the user's security level). Management, quality assurance, safety and other personnel can view cameras from their own PCs without the need for expensive CCTV monitors and cabling.
- System administrators can configure and maintain DVM (including exporting, archiving, deleting and restoring recordings) without using an EBI Station.

DVM is configured with login accounts for all users that require access to the system using these clients. Each user account is assigned a security level, a control level and accessible areas. This security ensures that users of these clients can only view and control cameras they are authorized to access (in a similar way to EBI's operator-based and Station-based security).

The DVM client software is automatically downloaded from the Database Server and installed during the first request to view the DVM system. This means that no software (other than Internet Explorer) needs to be pre-installed on the computer. Any computer connected to the site network can be used as a DVM client (assuming sufficient client licenses have been purchased).

ADVANCED VIDEO ANALYTICS SOLUTIONS

In the past, video motion detection was widely used as a means to record surveillance events of particular interest and help reduce operator workload and unnecessary video storage. As video surveillance technology has advanced, the requirements for intelligent video have moved beyond simple motion detection.

DVM R300 provides solutions for both video motion detection (VMD) as well as integration to the advanced suite of analytics solutions provided by the Honeywell Intelligent Video Analytics product range.

The DVM R300 video analysis options now include:

- **Standard Video Motion Detection:** Pixel rate-of-change algorithm, ideal for well-lit indoor area use. Each frame is compared with the previous one and the amount of difference determines whether motion has occurred (based on the sensitivity setting). Standard VMD is included as a standard feature in the product.
- **Advanced (Premium) Video Motion Detection:** Adaptive algorithm which can “learn” the scene and adapt to the environment. This allows the algorithm to ignore environmental changes such as rain, hail, wind, dust, trees swaying and gradual light changes. This algorithm is ideal for both indoor and outdoor use.
- **Honeywell Intelligent Video Analytics:** Provides the means to automatically detect, analyse and classify the behaviours of people and vehicles as they move through a scene. It significantly reduces false alarms by suppressing environmental triggers such as rain, snow, shadows, reflections, flying birds, and waving trees.

DVM's video analysis solutions provide the ability to exclude zones where false alarms – unnecessary security operator distractions – may be generated. Regions of interest can be configured to match the detection area and exclude potential sources of false alarms. Shapes can be drawn with up to 10 vertices thus allowing for regions of interest to be drawn around the actual area where activity needs to be detected. E.g. car parks, fence lines, roadways, etc.

Digital Video Manager's video analytics features do not simply replicate the standard functionality available in today's CCTV systems; they also include:

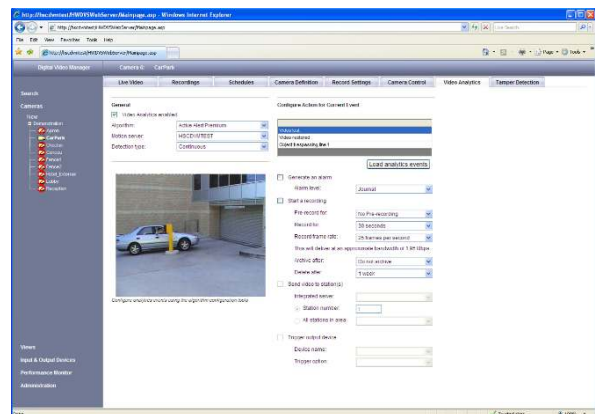
- Continuous (24hrs a day, 7 days a week) or scheduled (run only during certain times) detection.
- Automatically perform any or all of the following actions
 - Raise an alarm (of configurable priority) in EBI
 - Activate a recording to record for a fixed amount of time or until the motion has finished (no motion has been detected for a configurable amount of time)
 - Automatically display the camera's live video in a Station or dedicated alarm monitor
- Configurable “regions of interest” within the camera view to be used for AVPS. Only events within these region(s) cause DVM to detect motion.

- Individual tuning of each region of interest, to minimize false detections.
- Simultaneous tuning and testing of the “regions of interest” by viewing the live video in tuning mode for some algorithms. Engineers can thus finely tune and test algorithms without any real detections occurring.
- Support for some video streamer or camera-based motion detection algorithms.

Honeywell Intelligent Video Analytics

Honeywell Intelligent Video analytics consists of individual software suites tailored to suite different application and cost requirements. The following solutions are available:

- **Active Alert® Base:** Identifies and classifies the most common user-defined events and behaviours, and provides basic perimeter intrusion detection.
- **Active Alert® Standard:** All the benefits of Active Alert Base, plus tracking of up to 20 objects in a scene and automatically alarming on more than 35 different events, incidents and behaviours.
- **Active Alert® Premium:** All the benefits of Active Alert Standard, plus additional analytics for high risk facilities and locations such as abandoned object, removed object and possible theft functionality.
- **People Counter:** Powerful traffic flow measurement with real-time or periodic reporting.
- **Smart Impressions®:** Smart video solutions optimize operations by analysing individual customer and vehicular activities and traffic patterns.



Camera Tamper Detection

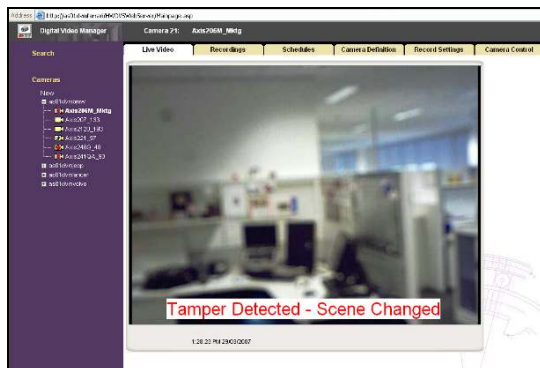
As surveillance systems grow, it becomes harder to understand whether cameras are still functioning as initially intended or viewing the scenes for which they were configured. Changes in camera view may arise as a result of natural causes such as dirt build up over time or through malicious interference from people who would prefer that their actions are not recorded.

DVM R300 includes the ability to detect whether a camera has been tampered with under the following conditions:

- **Changed Field of View (FOV):** It can be very hard for an operator monitoring many cameras to realise quickly – if at all – that a camera is no longer observing the scene originally intended. This could be because the camera was bumped or intentionally moved to avoid detection. Either way, the changed FOV algorithm will detect and alarm this change.
- **Camera Blurred:** Camera vision may blur over time due to dust build up or through intentional defocus by someone wishing to avoid detection or hoping to degrade recorded evidence to avoid identification. The algorithm provides a means of detecting when the scene is blurred and thus assists in maintaining the integrity of the system through detection of malicious tampering or timely servicing.
- **Camera Blinded:** This algorithm detects whether a camera has either been blinded by a bright light source or had the lens covered. Both scenarios normally involve an attempt to avoid detection or identification from recorded video. DVM is now able to detect and alarm when this occurs.

Camera Tamper Detection can be applied to cameras individually, as required. Each condition listed above can be enabled or disabled and tuned per camera to ensure that it suits the environment and scene being monitored.

Camera Tamper Detection helps ensure that the integrity of the surveillance system is maintained and the investment in security protected. If the system is no longer able to monitor or record the correct scene then its value is greatly reduced.



EFFICIENT VIDEO COLLECTION, STORAGE AND RETRIEVAL

With Digital Video Manager's intelligent recording options, only video you need is recorded. This helps to optimize video archiving and storage usage by reducing the collection of redundant and irrelevant video recordings.

Additionally, users can specify how many frames per second should be recorded for each camera and for each recording type per camera. For example, a particular camera can be configured as: 25 frames/sec for viewing, 10 frames/sec for operator-activated recordings and 15 frames/sec for video motion detection recordings. Recordings from cameras using MPEG-4 encoding can be made using the full frame rate video or I-frames only (or 2nd or 3rd I-frame).

Furthermore, the frame rate for each recording type can be individually configured to suite specific requirements. The duration of pre-event recording and post-event recording is also configurable for each recording type and each alarm/event and schedule.

All recordings are viewed using the supplied Recordings display at either a default resolution or the recorded resolution. The Recordings display provides a "quick search" ability by listing all the available recordings for the camera on the chosen day, as well as a wealth of information relating to the recordings.

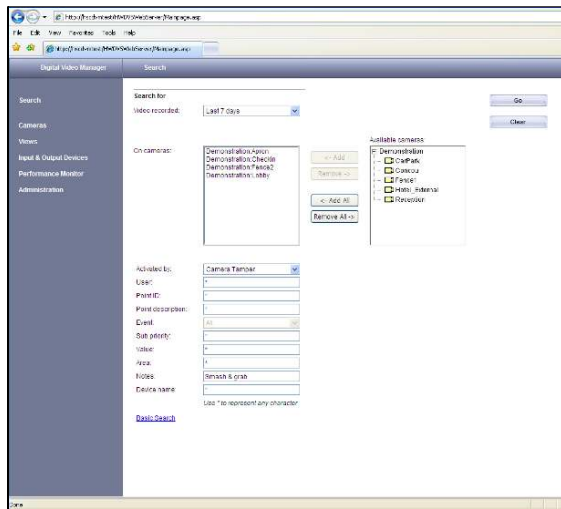
Recordings (or sections of recordings) can be exported as Microsoft Windows Media files and replayed in Microsoft Windows Media Player (or equivalent). These files can then be stored on CD/DVD, e-mailed or used as evidence of an incident.

ADVANCED SEARCH CAPABILITIES

With Digital Video Manager, users have convenient access to all their important video data, all the time.

DVM provides powerful search and retrieval capabilities that free operators from the frustrating task of fast-forwarding and rewinding video tapes to find a particular incident. Operators can search for recorded incidents based on criteria such as date/time, camera, recording type, the activating EBI point, alarm/event type and operator notes. They can then immediately view the retrieved recordings. These advanced search and retrieval capabilities are powered by a Microsoft SQL Server relational database to optimize speed and flexibility.

Even archived recordings can be included in the search, allowing them to be easily located and replayed. Although an archived recording no longer resides on the Camera Server, its details do, including the name of the archived media. When an archived recording is selected for viewing, the system instructs the operator to load the appropriate archival media.



STATE-OF-THE-ART VIDEO STORAGE

Digital Video Manager supports any Windows 2003/XP compatible storage device, providing you with the flexibility needed to meet your storage requirements.

A DVM system consists of two types of storage: online and offline. Online storage is used for video clips which must be readily available for viewing. Typically this type of storage uses internal or directly attached hard drives. DVM supports all hard drive configurations supported by Windows 2003/XP. For small systems (with low online storage requirements), internal drives with fault tolerant drive controllers may be used. For large systems (with large online storage requirements), high capacity, fault tolerant storage arrays may be used. Irrespective of the storage requirements, DVM is able to make use of fault tolerant, RAID based storage solutions to ensure the highest levels of system availability.

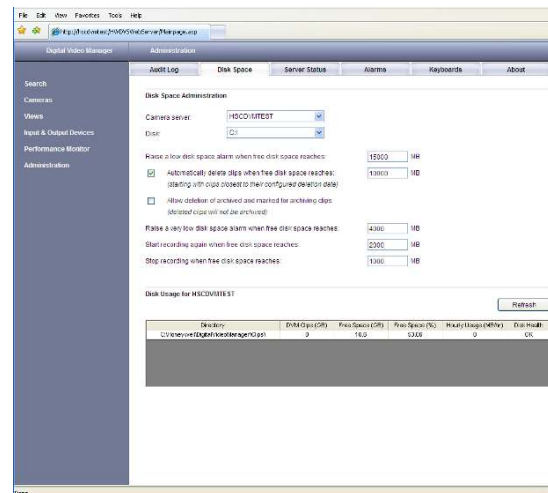
Where multiple Camera Servers are used, these storage requirements can be split amongst Camera Servers, further reducing storage costs. DVM also provides a flexible means to configure storage behavior. Priority can be given to continue recording even when disk space reaches a pre-configured danger threshold. This is achieved by automatically deleting older clips that are closest to their deletion dates and thus freeing up disk space. Importantly, surveillance footage required as evidence for current events is not lost and the integrity of the surveillance solution maintained.

Offline storage (archiving) is used for video clips that are not regularly required by operators, but which must be kept for a period of time. All relevant information about the archived recordings remains within the DVM database for use in searches. These recordings also appear in the list of recordings for the camera, shown in a different color to indicate that the recording has been archived and needs to be restored before viewing.

Recordings can also be automatically archived at a pre-defined date/time after the recording has completed. This makes the archiving process less prone to errors.

With the falling cost of hard disk storage, removable hard drives are a convenient, cost-effective and increasingly popular alternative to other archiving media such as digital tapes. Hard disk storage is faster, cheaper and easier to manage than tapes. Now with DVM, you can eliminate tapes forever.

Because recordings are stored digitally, they do not suffer from the aging and deterioration problems associated with VCR tapes. In addition, because hard drives and most digital archiving media have significantly greater recording capacity and are physically smaller, they require smaller cabinets and vaults than VCRs.



INTEGRATION WITH ANALOG CCTV SYSTEMS

Digital Video Manager can be installed alongside an existing analog CCTV system. With this approach, DVM is primarily used as a digital video recording management system, providing live and recorded video to EBI Stations and Internet Explorer clients.

The existing analog CCTV system is still used for dedicated viewing of cameras using the CCTV system monitors, keyboards and joysticks.

The DVM system provides digital recording capabilities, (including video motion detection and alarm/event activation), management of recordings, live and recorded view to EBI Stations and Internet Explorer clients, and integration of video into the EBI custom displays.

The ability to use DVM with an existing CCTV system gives you access to DVM's many benefits, while retaining the familiar components of the analog CCTV system. V

- Datasheet - Honey

DIGITALLY SIGNED RECORDINGS AND AUDIT TRAIL (LOG)

Digital Video Manager provides for the ability to export recordings (or segments of recordings) into standard Windows Media files (MPEG4 format). Every exported recording is digitally signed to provide authentication (of the origin of the recording) and integrity (prove that the recording has not been tampered with).

The alternative to Digital Signatures is "Watermarking", which is used by some digital video systems. Digital Signatures provides many inherent advantages over watermarking. A visible watermark may obscure part of an image, whilst an invisible watermark can potentially introduce visual artifacts. In either case, the original file is altered, which could reduce the evidential weight of the digital image. Digital Signatures, on the other hand, do not alter the original files, ensuring that there is no loss of evidential weight.

DVM also provides a complete audit trail (log) of all operator actions and system events. This audit trail provides you with a record of all changes made to the DVM configuration, as well as when and who controlled cameras, viewed cameras, initiated and viewed recordings. It also documents DVM's condition at the time of the recording. As with the exported recordings, the exported audit logs are also digitally signed.

The audit trail can be exported when exporting a recording, and then saved with the recording. When used in conjunction with site chain-of-custody processes and procedures, digital signatures and the audit trail greatly enhance the evidentiary weight of a recording in a legal proceeding.

- **Combined Alarm and Surveillance Monitors.** This provides the ability for monitors to be configured to act as both Alarm and Surveillance monitors. In this case, the monitor behaves as a Surveillance monitor until an alarm occurs, in which case it shall show the alarm video. Once the alarm is acknowledged, the video previously shown (as a surveillance monitor) is displayed again.
- **Cycling Alarm Monitors.** The basic functionality of the Multi Monitor alarm queue is extended by providing support for a cycling alarm monitor, placed at the end of the alarm queue. This allows each Multi Monitor alarm queue to display a larger number of activated alarm camera views than there are physical Multi Monitor screens. The newest activated alarm camera view will enter an alarm queue at a position appropriate to its alarm priority and the time of the event. Existing activated alarm camera views reshuffle in the queue to accommodate the new view. In the event that all the available Multi Monitor screens are full, the oldest activated alarm camera views with the lowest priority will be added to the cycling alarm monitor.
- **Video Loss Alarming.** The coax connection to a streamer is a common point of failure in a hybrid solution (system containing some or all analogue CCTV cameras). Loss of video poses a security risk in any surveillance system and may not be discovered until too late. DVM utilizes the video loss feature of the new generation of Axis video servers to provide fast, reliable user notification when such an event occurs thus maintaining the integrity of the surveillance system.
- **Bi-directional Audio support:** provides a simple and inexpensive solution for Intercoms utilizing the existing network camera or video encoder infrastructure.

OTHER POWERFUL FEATURES

- **Snapshot,** whereby on the click of a button by the operator, DVM captures the current frame of video and saves it as a bitmap image. This is available when viewing both live video and recorded video.
- **CCTV Keyboard:** DVM R300 supports the UltraKey professional CCTV keyboard from Honeywell Video Systems. The keyboard provides an alternative client to a PC-based client and is ideal for operators more familiar with traditional CCTV keyboards.
- **Views,** whereby up to 16 cameras can be viewed simultaneously on a single monitor. Each view can be configured to cycle through a selection of cameras on a timed basis.
- **Sequencing in Views,** whereby the presets of PTZ cameras as well as fixed cameras are cycled on a timed basis, within a single view or within the view port of a multiple camera view.
- **Alarm Monitors.** If an alarm/event occurs in the EBI system, or video motion is detected, a camera can be automatically displayed on an alarm monitor.
- **Surveillance Monitors.** An operator may switch cameras, sequence views and quad views on dedicated monitors.

PRODUCT DATA SUMMARY

System Architecture

- Client/server architecture
- Redundant Database Servers
- Camera Servers
- EBI Stations and Internet Explorer clients
- Microsoft Windows 2003 Server and Windows XP Professional
- Native 32-bit application
- Scalable from single to distributed camera servers
- Microsoft SQL 2005 Server database

Architectures

- Single server (combined Database and Camera Servers)
- Distributed Camera Servers
- Distributed Analytics Servers
- Redundant Database Servers

Networking

- Uses industry-standard TCP/IP networking over Ethernet or wireless Ethernet
- Internet Explorer clients licensed based on the number of simultaneous connections
- All cameras connected to the Ethernet via video streamers (including cameras with built in streamers)
- Remote clients via WAN (Wide Area Network)

Open Systems Support

- ActiveX video controls
- HTML-based displays
- Commercial, off-the-shelf streamers and cameras
- Direct PTZ interface to cameras supporting "Pelco P" protocol
- Direct PTZ interface to camera supporting "Sensormatic" protocol
- Direct PTZ interface to camera supporting "VCL" protocol
- Support for all PTZ cameras supported by the Video Servers supported within DVM

Operator Interface

- Microsoft Windows XP Professional, Windows Vista Business or 2003 Server
- Internet Explorer 6 SP1 and later
- Pre-configured camera configuration and viewing displays
- ActiveX viewing controls for inclusion into EBI and HTML displays, with VB scripting ability
- Scalable screen viewing resolution
- Intuitive Web-style navigation buttons, tab views, PTZ controls and VCR style recording controls

Operator Security (using EBI Station)

- Integrated operator security
- Integrated control level security
- Integrated area security
- Events logged by operator ID in audit log

Operator Security (using Internet Explorer)

- Six levels of access for Internet Explorer clients
 - Level 1, Level 2, Operator, Engineer, Supervisor, Manager
- Up to 255 control levels for operator-initiated actions
- Effective partitioning of facility into different areas
- Events logged by operator ID in audit log

Encoding and Compression

Five video encoding formats (depends on streamer used)

- Motion JPEG (MJPEG)
- MPEG-1
- MPEG-2
- MPEG-4
- DivX
- Seventeen video resolutions (depends on streamer used)
 - 160x120
 - QCIF (PAL 192x144, NTSC 176x112)
 - 240x180
 - 320x240
 - CIF (PAL 384x288, NTSC 352x240)
 - 480x360

- 640x360
- 640x480
- 2CIF/4CIF Expanded (PAL 768x288, NTSC 704x240)
- 4CIF (PAL 768x576, NTSC 704x480)
- Half-D1 (PAL 720x288, NTSC 720x240)
- D1 (PAL 720x576, NTSC 720x480)
- 1024x768
- 1280x720
- 1280x960
- 1280x1024
- 1600x1200
- Five levels of video compression (depending on streamer used)

Live View

- Navigation Panel (camera menu) for selection of cameras
- Indication of camera status
 - Enabled, Disabled, Recording, Video Motion Detection/Video Analytics Running
- Camera controls
 - Start Record button
 - Stop record button
 - Snapshot button
 - Preset Positions (combo box)
 - Add/Delete preset positions
 - Camera focus
 - Camera iris
 - Camera zoom
 - Camera pan
 - Camera tilt
 - Enable, disable camera
 - Mouse controlled pan-tilt-zoom
 - Joystick controlled pan-tilt-zoom
 - Initiate Intercom call
- Indicators
 - Current date and time
 - Amount of time remaining until recording is complete
 - Remaining operator reservation period

- Operator currently controlling camera
- Recording in progress
- Video Motion Detection / Video Analytics currently running
- Motion / Video Analytics event currently being detected

Multi-camera Views

- Pre-configured layouts supporting up to 16 cameras per screen
- Dedicated support for normal aspect ratio (4:3) and wide screen ratio (16:9) monitors
- Configurable and saved with View number and name
- Cycle cameras within each view port
- Cycle preset positions of pan-tilt-zoom cameras within view ports
- 1000's available
- Configurable cycle time
- Unlimited number of cameras per view port

Device Input/Output

- Supported on most Axis and HNVE130A devices
- Input/Output status provided to operator
- Required for Intercom application with bi-directional audio
- Recordings can be triggered by changes on monitored inputs or when switching outputs
- Outputs can be triggered by video analytics alarms
- Inputs/Outputs can have multiple associated cameras and thus trigger multiple camera recordings

Bi-directional Audio / Intercom

- Supported on all Axis devices supporting full-duplex bi-directional audio
- Calls trigger from field (via IP camera or video encoder input) or from operator station
- Calls can be recorded automatically, manually or have recording disabled for privacy reasons
- Intercom pop-up remains pinned to screen for duration of call
- Operator provided with Intercom call list in the DVM User Interface.

View from within EBI Custom Displays

- Live view control
 - Embedded into displays
 - Embedded into popup displays
 - Display scripting access
 - Pan-tilt-zoom-focus-iris-presets provided
 - Recording controls and snapshot button provided
- Recording viewing control
 - Embedded into displays
 - Embedded into popup displays
 - Display scripting access
 - Play, stop, pause, rewind, fast forward, step forward, step backward, slider controls provided
 - Snapshot button
- Display scripting for Video Controls
 - Switch cameras
 - Switch recordings
 - Enable/disable PTZ buttons and borders
 - Control playback of recording

Dedicated Monitors

- Surveillance monitors
 - Controlled by operators
 - Numeric keypad shortcuts
 - Single view, quad view, sequence views Alarm monitors
- Alarm monitors
 - Automatically controlled by EBI Alarms/Events and Video Motion Detection
 - Single view
 - Cycling Alarm Monitors
- Combined Surveillance and Alarm monitors
 - Acts as a Surveillance monitor until an alarm occurs, whereby alarm video is displayed
 - Once alarm is acknowledged, surveillance video is re-displayed

Recording

- Operator-activated
 - Pre-configured duration

- Operator-terminated
- Pre-record available
- EBI alarm/event-activated
 - Pre-record available
- IP Camera or video encoder Input/Output activated
 - Inputs or outputs configured within DVM
 - Pre-record available
 - Recording can be initiated on multiple cameras by the same input or output
- Scheduled
 - Daily, weekly, monthly, yearly recurrence
- Video motion detection / Video Analytics event activation
 - Pre-record available
- Camera Tamper Detection
 - Automatic or manual – can be disabled for privacy reasons
- Intercom initiated
 - Pre-record available
- Continuous Background Recording
 - Configurable per camera
 - Network communication resilience
- Information stored with recording
 - Date and time recording was initiated
 - Duration
 - Operator or Station ID (operator activation)
 - Frame rate
 - Resolution
 - Compression
 - EBI Point Name (alarm/event activation)
 - Operator or schedule notes
 - Automatic archive date (if applicable)
 - Automatic delete date (if applicable)
- Viewing Recordings
 - Table of all recordings for the camera for the chosen day
 - Video player with recording controls
 - Play, stop, pause, fast forward, rewind, step forward, step backward, slider controls
 - Snapshot button

- Variable speed, fast forward and rewind
- Direct view of recordings, initiated by an EBI alarm/event or motion detection, from within the EBI alarm and event summary displays
- Link to popup a display with embedded video control replaying video at full recorded resolution
- Automatic (configurable) deletion dates

Export

- Full recording or segment of the recording
- Microsoft Windows Media Video (WMV) file format
- Original recording unaffected
- Video player provided to select required segment
 - Play, stop, pause, fast forward, rewind, step forward, step backward, select start, select end, play selected segment controls provided
 - Directly select start and stop time of segment
- Export audit log with recording
- Both exported recording and audit log are digitally signed as proof of authentication and integrity
- Exported Honeywell DVM files containing a digital signature can be verified by using the Honeywell DVM Video Export Player application.

Archive

- Recordings moved to an archive folder for archiving
- Information about recording still remains within the DVM database for searching
- Restore recording for viewing
- Automatic archiving of recordings based on recording end-time

Audit Trail

- All operator and system actions are logged including:
 - Start/stop viewing camera or View
 - Enabling/disabling cameras
 - Adding/deleting/modifying camera, view
 - Controlling camera (pan, tilt, zoom, focus, iris, presets)
 - Adding/deleting/modifying schedules
 - Start/stop of recordings and snapshots
 - Export recordings, audit logs

- Modify Video Analytics or Video Motion Detection settings, tuning
- System alarms

Digital Signing of Exported Recordings and Audit Trail (Logs)

- Default Honeywell DVM Digital Certificate provided
- Customer may provide their own Digital Certificate

Searching

- Simple search
 - Search on all cameras for a particular date range
 - Today, yesterday, in the last week, in the last month, a particular date, on or before a particular date, between a range of dates
- Advanced search
 - Specify a range of search criteria including
 - Cameras
 - Recording type
 - Operator or Station ID
 - Name, value, description of EBI point
 - EBI alarm/event priority
 - EBI areas of cameras
 - Operator notes
- Online and archived recordings included in the searches

Documentation

- User Documentation in printed and electronic copy:
 - Overview & Planning Guide
 - Installation & Upgrade Guide
 - Operators Guide
- User Documentation in electronic copy only:
 - Configuration & Administration Guide
 - Troubleshooting Guide
 - Device Setup Guide
 - Honeywell DVM Application Development Guide

Internationalization

- Fully translatable into any local language

- Database provides tables to convert each string of text in the User Interface
- Stations and Clients may use different languages within the one system

CCTV Keyboard

- Honeywell Video Solutions UltraKey Professional CCTV keyboard
- Ethernet-connected to the system
- Uses Surveillance Monitors as Operator User Interface
- Security provided by Operator sign-on PIN

Streamers and IP Cameras

- Axis 206 (Network Camera)
- Axis 207/207W (Network Camera)
- Axis 207M (Megapixel Network Camera)
- Axis 209FD/209FD-R (Network Camera)
- Axis 210/210A (Network Camera)
- Axis 211/211A211W (Network Camera)
- Axis 211M (Megapixel Network Camera)
- Axis 212 (Network Camera)
- Axis 213 (Network PTZ Camera)
- Axis 214 (Network PTZ Camera)
- Axis 215 (Network PTZ camera)
- Axis 216 (Network Camera)
- Axis 216M (Megapixel Network Camera)
- Axis 221 (Day/Night Network Camera)
- Axis 223M (Megapixel Network Camera)
- Axis 231D/232D (Network PTZ Camera)
- Axis 233D (Network PTZ Camera)
- Axis 240Q (4 port streamer)
- Axis 241S/SA (single port streamer)
- Axis 241Q/QA (four port streamer)
- Axis 243SA (single port streamer)
- Axis 243Q (four port streamer)
- Axis 247S (single port streamer)
- Honeywell Video Systems KD6i Series High Speed Dome

- Honeywell Network Video Encoder HNVE130A (single port streamer)
- Sony SNC-CS50 (network camera)
- Sony SNC-RZ50 (network PTZ camera)
- Sony SNC-RX550 (network PTZ camera)

Legacy Devices (discontinued by manufacturer)

- Axis 205 (Network Camera)
- Axis 206W (Network Camera)
- Axis 206M (Megapixel Network Camera)
- Axis 2100 (Network Camera)
- Axis 2110 (Network Camera)
- Axis 2120 (Network Camera)
- Axis 2130 (Network PTZ camera)
- Axis 2400 and 2400+ (four port streamer)
- Axis 2401 and 2401+ (Single port streamer)
- Axis 2411 (single port streamer)
- Axis 2420 (Network Camera)
- MegaChips OpenNetView
- MegaChips MD-100 (four port streamer)
- Sunjin CamStation CS100 (MPEG-1)
- Sunjin CamStation CS-3001V (MPEG-4)

Fixed Cameras

- All fixed analog CCTV cameras

Pan-tilt-zoom Protocols

- VCL (Video Controls Limited) Orbiter cameras
- Ademco RapidDome cameras
- Honeywell KD6i Digital Dome camera
- Honeywell KD6 Special Preset support
- Pelco "P" protocol
- Sensormatic protocol
- All PTZ cameras (protocols) supported by the AXIS Streamers (2400, 2401, 2400+, 2401+, 240Q, 241S/SA, 241Q/QA) including
 - AXIS EVI-D30/D31
 - Canon VC-C3, VC-C4, VC-C4R
 - Daiwa DMP 15-h1

- Ernitec ICU-PTZ-S
- Lilin PIH717
- Molynx D05RX/L
- Panasonic WV-CS850(A)/854(A)
- Pelco DD5-C, Esprit
- Bosch/Philips Autodome G3A
- Sensormatic SpeedDome Ultra III
- Sony EVI-D30/D31, EVI-G20/G21, EVI-D100/100P
- Ultrak UltraDome KD6
- Video Control Ltd. MicroSphere
- Videotronic HDI-5DE
- All PTZ devices supported by the AXIS Streamers (2400, 2401, 2400+, 2401+, 240Q, 241S/SA, 241Q/QA) including
 - Basic Telepresence Trippy
 - Kalatel KTD-312
 - Pelco LRD41C21_22
 - Surveyor Corp. TransitRCM
 - Videmech 555RX
 - Videmech 682 Digital
 - Videor Technical VPT42RS

PRODUCT SPECIFICATIONS

Please see the DVM R300 Compatibility Matrix for more complete system hardware specifications.

Database Server

- Processor: Pentium IV 2.6GHz or Xeon, 3.2GHz or higher (2 x Dual-Core Intel® Xeon® 5130 2.0GHz or AMD equivalent or higher recommended for high performance or Redundant systems)
- Memory: 1GB RAM (minimum non-redundant systems) or 2GB (minimum redundant systems)
- Keyboard: 12 function keys
- Monitor: Super VGA monitor capable of non-interlaced operation at 1024 x 768 pixel resolution (70 Hz or better vertical refresh rate)
- Graphics card: Super VGA non-interlaced graphics card capable of 1024 x 768 pixel resolution and 24-bit colour (or true colour) with 32MB video memory (Note: if the Database Server is used as a Client then the same minimum requirements for Video memory apply as shown for the Clients below).

- DVD Drive (SCSI or IDE)
- Communications adapter: 8-line serial communications adapter
- Network interface card: Adapter for Ethernet networking compatible with TCP/IP network protocols with a minimum bandwidth of 100Mbps (Gigabit Ethernet recommended).
- Point device: Mouse
- Hard disk: 40 GB (NTFS) for Operating System Paging File and SQL Server. Separate 40 GB (NTFS) for the DVM Software
- Large and/or complex systems or systems with high recording activity require an additional hard drive for Microsoft SQL Server
- Display resolution: 1024 x 768 x 65K colours
- Operating system: Microsoft Windows 2003 Server Service Pack 2, Microsoft Windows XP Professional Service Pack 2
- Network protocols: TCP/IP

Camera Server & Video Analytics Server

- Same basic specification as for Database Server
- 2 x Dual-Core Intel® Xeon® 5140 (3.0GHz or higher) or AMD equivalent recommended for Analytics Servers running 12 or more camera channels of Honeywell Intelligent Video Analytics.
- Additional RAM required for Camera Servers managing cameras configured with pre-record feature
- Additional hard disks: For storage of recordings online
- Archiving storage devices: For archiving recordings

EBI Stations

- Please see the EBI Spec & Tech for details

Internet Explorer Clients

- Processor: Pentium IV, 2.6GHz (entry level client) or higher for performance clients
- Memory: 1GB RAM
- Keyboard: 12 function keys
- Monitor(s): Super VGA monitor capable of non-interlaced operation at 1024 x 768 pixel resolution (70 Hz or better vertical refresh rate)

- Graphics card: Super VGA non-interlaced graphics card capable of 1024 x 768 pixel resolution and 24-bit colour or higher (or true colour) with 32MB video memory for entry level clients. A dual output graphics card with 64MB or more video memory can be used for display of multiple monitors connected to the same Client. All TV Out PC cards compatible with the Windows Operating System used by the client.
- DVD Drive (SCSI or IDE)
- Communications adapter: 8-line serial communications adapter
- Network interface card: Adapter for Ethernet networking compatible with TCP/IP network protocols (100MB Network Interface Card recommended as a minimum)
- Point device: Mouse, Joystick
- Hard disk: 40 GB (NTFS) for Operating System and Software
- Display resolution: 1024 x 768 x 24-bit colour or higher
- Operating system: Microsoft Windows XP Professional Service Pack 2, Microsoft Windows Vista Business, Microsoft Windows 2003 Server Service Pack 2
- Network protocols: TCP/IP

Network

- 802.3 Ethernet, 802.3u Fast Ethernet, 802.3z Gigabit Ethernet LAN using standard cable types:
 - Unshielded Twisted Pair (UTP)
 - Fiber Optic
- 802.11a, 802.11b, 802.11g Wireless Ethernet

North America Honeywell 1985 Douglas Drive North, Golden Valley, MN 55422-3992 Ph: 1-800-345-6700 ext.420 • **Asia** Honeywell Southeast Asia, Honeywell Building, 17 Changi Business Park Central 1, Singapore 486073, Tel: 355 2828 Fax: 445 3055 0149 • **Pacific Division** Honeywell Pty Ltd., 2 Richardson Place, North Ryde NSW Australia 2113, Tel: 1300 138 081 Fax: 1300 138 082 • **Europe** Honeywell S.A., 3 Avenue du Bourget, B-1140 Brussels, Belgium+32 2728 2597

Honeywell Enterprise Buildings Integrator, Honeywell Building Manager, Honeywell Security Manager,

Honeywell LifeSafety Manager, Honeywell Digital Video Manager, and SafeBrowse are trademarks of Honeywell Inc.

Microsoft, Windows 2003 Server, Windows XP, Windows Vista and Internet Explorer are registered trademarks of Microsoft Corporation

Honeywell

Unidad central
DVM Database Server
&
DVM Camera Server

DELL™ POWEREDGE™ R710 SERVER



The Dell PowerEdge R710 is designed to be the cornerstone of today's competitive enterprise. Engineered in response to input from IT professionals, it is the next-generation 2U rack server created to efficiently address a wide range of key business applications. The successor to the PowerEdge 2950 III, the R710 runs the Intel® Xeon® 5500 Series Processors and helps you lower the total cost of ownership with enhanced virtualization capabilities, improved energy efficiency, and innovative system management tools.



STRONG IT FOUNDATION

As an IT professional, you want a data center built to allow for organic growth and the ability to scale based on your company's changing requirements. You need complete solutions that allow you to focus your time and money on managing and growing your business. Dell understands your needs and responds with an expanding portfolio of enterprise servers, storage technologies, and services with a single goal: to help you simplify IT.

PURPOSEFUL DESIGN

The R710 takes advantage of Dell's system commonality. Once your IT managers learn one system, they understand how to manage next-generation Dell servers. Logical component layout and power supply placement also provide a straightforward installation and redeployment experience.

Featuring 18 DIMM slots and 4 integrated network connections, the R710 delivers the critical components to virtualization and database performance. The Intel Xeon Processor 5500 Series adapts to your software in real time, processing more tasks simultaneously. Using Intel® Turbo Boost Technology, the R710 can increase performance during peak usage periods. You can then help reduce operating costs and energy usage with Intel® Intelligent Power Technology, which proactively puts your server into lower power states when demand decreases. Increased memory slots also save money by enabling you to use smaller, less-expensive DIMMs to meet your computing needs.

In addition, Dell's latest PowerEdge servers provide a graphical and interactive LCD for system health monitoring, alerting and control of basic management configuration right in the front of the server. Customers have an AC power meter and ambient temperature thermometer built into the server which they can monitor on this display without any software tools.

ENHANCED VIRTUALIZATION

Featuring Intel Xeon-based architecture, embedded hypervisors, large memory capacity, and integrated I/O, the next-generation Dell PowerEdge R710 delivers better overall system performance and greater virtual machine-per-server capacity. With optional factory-integrated virtualization capabilities, you get tailored solutions – built with the latest technologies from Dell and our trusted partners – which allow you to streamline deployment and simplify virtual infrastructures. Choose your hypervisor from market leaders such as VMware®, Citrix®, and Microsoft®, and enable virtualization with a few mouse clicks.

ENERGY-OPTIMIZED TECHNOLOGIES

Using the latest Energy Smart technologies, the R710 reduces power consumption while increasing performance capacity versus the previous generation servers. Enhancements include efficient power supply units right-sized for system requirements, improved system-level design efficiency, policy-driven power and thermal management, and highly efficient standards-based Energy Smart components. Dell's advanced thermal control delivers optimal performance at minimal system and fan power consumption resulting in our quietest 2U servers to date. These enhancements maximize energy efficiency across our latest core data center servers without compromising enterprise performance.

SIMPLIFIED SYSTEMS MANAGEMENT

The next generation Dell OpenManage™ suite offers enhanced operations and standards-based commands designed to integrate with existing systems for effective control.

LIFECYCLE CONTROLLER

Lifecycle Controller is the engine for advanced systems management integrated on the server. Lifecycle Controller simplifies administrator tasks to perform a complete set of provisioning functions such as system deployment, system updates, hardware configuration and diagnostics from a single intuitive interface called Unified Server Configurator (USC) in a pre-OS environment. This eliminates the need to use and maintain multiple pieces of disparate CD/DVD media.

DELL MANAGEMENT CONSOLE (DMC)

The new Dell Management Console, powered by Altiris from Symantec, delivers a single view and a common data source into the entire infrastructure. Dell Management Console is built on the Symantec™ Management Platform (formerly Altiris® Notification Server), an easily extensible, modular foundation that can provide basic hardware management or more advanced functions such as asset and security management. Dell Management Console helps reduce or eliminate manual processes so less time and money is spent keeping the lights on and more time can be spent on strategic uses of technology.

DELL GLOBAL SERVICES

Dell Global Services simplify the management of your IT environment so you get up and running quickly with lower deployment costs, fewer hassles, and less time spent on non-strategic tasks. You pay only for the services you need, gain instant access to the latest innovations without additional infrastructure investment, and take your business from maintenance to momentum.

Many IT services today are outdated, expensive, inflexible, and people-intensive. As a result, businesses can be burdened with lengthy contracts, trapped in old technology, and spending much more than is necessary just to keep the lights on. Dell is changing all of that by integrating cutting-edge technologies into our products and global service infrastructure to forever change the way services are delivered, purchased, and managed. Tapping directly into Dell's world-class capabilities, resources, and platform in this way will make it easier to reclaim valuable IT time and resources.

Many of the service investments Dell has made are available through or in conjunction with Dell's global network of PartnerDirect channel partners. For more information, please visit DELL.COM/Services or contact your local Dell PartnerDirect Registered partner.

FEATURES		R710
Form Factor	2U rack height	
Processors	Latest Dual-Core or Quad-Core Intel® Xeon® 5500 Processor Series	
Processor Sockets	2	
Interconnect	Intel® QuickPath Interconnect (QPI)	
L2/L3 Cache	4MB and 8MB	
Chipset	Intel® 5520	
Memory	Up to 144GB (18 DIMM slots*): 1GB/2GB/4GB/8GB DDR3, 800MHz, 1066MHz or 1333MHz	
I/O Slots	2 PCIe x8 + 2 PCIe x4 G2 Or 1 x16 + 2 x4 G2	
Drive Controller	PERC6/i or SAS6/IR, PERC 5/E and PERC 6/E	
RAID Controller	Optional PERC 5/i integrated SAS/SATA II daughtercard controller with 256MB cache, PERC 5/e adapter, PERC 6/i, and SAS 6/IR	
Drive Bays	8 x 2.5" Hard Drive Option or 6 x 3.5" Hard Drive Option; Optional flex bay expansion to support half-height TBU Up to four 3.5" drives with optional flex bay OR Up to eight 2.5" SAS or SATA drives with optional flex bay	
Maximum Internal Storage	6TB SATA or Near Line SAS	
Hard Drives	2.5" SAS (10K RPM): 36GB, 73GB, 146GB, 147GB, 300GB 2.5" SAS (15K RPM) 36GB, 73GB 2.5" SATA II (5.4K RPM): 80GB, 160GB, 250GB 2.5" SATA II (7.2K RPM): 80GB, 120GB, 160GB, 250GB	3.5" SATA (7.2K): 80 GB, 160GB, 250GB, 500GB, 750GB, 1TB 3.5" SAS (10K): 400GB 3.5" SAS (15K): 73GB, 146GB, 300GB, 450GB 3.5" Near-Line SAS (7.2K): 500GB, 750GB, 1TB
Network Interface Cards	Four embedded Broadcom® NetXtreme II™ 5709c Gigabit Ethernet NIC with failover and load balancing; TOE (TCP/IP Offload Engine) supported on Microsoft® Windows Server® 2003 SP1 or higher with Scalable Networking Pack; Optional 1GbE and 10GbE add-in NICs	
Power Supply	Energy Smart - Two hot-plug high-efficient 570W PSU OR High Output Two hot-plug 870W PSUs	
Availability	DDR3; hot-plug hard drives; optional hot-plug redundant power supplies; dual embedded NICs with failover and load balancing support; PERC 6/i; optional PERC5/i integrated daughtercard controller with battery-backed cache; hot-plug redundant cooling; tool-less chassis; fibre and SAS cluster support; validated for Dell/EMC SAN	
Video	Matrox G200 with 8MB of cache	
Remote Management	iDRAC6	
Systems Management	Dell™ OpenManage™	
Rack Support	4-post (Dell rack), 3rd party Versa rails, sliding rails and Cable Management Arm	
Fans	Standard redundant cooling	
Acoustics	Typically configured** 2.5" chassis in 23 +/- 2 C ambient Idle: LwA-UL*** = 5.5 bels, LpAm**** = 39 dBA	
Operating Systems	Factory Installed OS: Microsoft® Windows® Small Business Server 2008, Standard Edition and Premium Edition Microsoft® Windows® Essential Business Server 2008, Standard Edition and Premium Edition Microsoft® Windows Server® 2008, Standard Edition, (x64 includes Hyper-V™) Microsoft® Windows Server® 2008, Enterprise Edition, (x64 includes Hyper-V™) Microsoft® Windows Server® 2008, Datacenter Edition, (x64 with Hyper-V™) Microsoft® Windows® Web Server 2008 Microsoft® Windows® HPC Server 2008 Microsoft Windows Server 2008 SP2 Novell® SUSE® Linux Enterprise Server 10 SP2NIX Red Hat® Enterprise Linux 5.2 Supported OS: Microsoft® Windows® Server 2003 Novell® SUSE® Linux Enterprise Server 11 Red Hat® Enterprise Linux 4.7 Red Hat® Enterprise Linux 5.3	
(Optional) Embedded Hypervisors	Citrix® XenServer® VMware® ESXi v3.5	



SIMPLIFY YOUR SERVERS AT DELL.COM/PowerEdge

Unidad central

RAID 5

**(Array de discos duros para
almacenamiento)**

DELL POWERSVULT MD1000



Modular disk storage expansion enclosure for PowerEdge™ servers

VERSATILE STORAGE EXPANSION

The Dell™ PowerVault™ MD1000, MD3000, and MD3000i are modular disk storage expansion enclosures for PowerEdge servers. The PowerVault MD1000 is capable of housing up to 15 3.5-inch disk drives in a single 3U rackable chassis. The direct-attached storage enclosure supports both Serial Attached SCSI (SAS) and Serial ATA (SATA) disk drives to give customers extensive configuration and optimization flexibility.

MODULAR EXPANSION FLEXIBILITY

When used in combination with a host-based Dell PowerEdge RAID controller (PERC) or a PowerVault internal RAID array, the modular enclosure can be daisy chained for scaling disk performance and capacity. The PERC 6/E enables up to three 15-drive SAS disk enclosures—a total of 45 drives—to be daisy chained to a single host connection, delivering an extended total capacity of 90TB when using 2TB disk drives. Alternatively, the enclosure's disk drives can be split between two servers with up to eight drives assigned to one server and up to seven drives assigned to a second server. Furthermore, the enclosure's disk drives, power supplies and cooling modules are hot-pluggable so they can be replaced while the system stays up-and-running.

MIX DRIVE TYPES IN AN ENCLOSURE

The PowerVault MD family enables organizations to mix SAS and SATA drives delivering excellent flexibility to align data requirements with drive capabilities, speed, capacity and cost, to help optimize your storage environment.

SAS for Performance - SAS can deliver the speed, performance and reliability to satisfy mainstream single server applications. SAS performance makes it ideal for demanding server applications such as email or database applications that store active and frequently changing information.

Nearline SAS - Performance of SAS, Capacities of SATA

The 7.2 RPM SAS drive leverages the performance efficiencies of SAS making it ideal for customer who are looking for the low cost per GB but can't sacrifice performance. In everyday usage situations customers can see up to a 30% performance increase with the 7.2 RPM SAS drive over the 7.2 RPM SATA drives .

SATA for Capacity - SATA disk drives deliver a compelling cost-per-Gigabyte alternative to SAS. SATA drives are ideal high capacity applications where data is accessed and modified less frequently, such as digital imaging, file archiving, audio/video storage, or back-up to disk applications.

Energy Efficient SATA - Superior GB per Watt Solution

The 5.4 RPM SATA drive offers customers a high capacity, energy efficient alternative to traditional SATA drives. Ideal for capacity intensive applications in a power constrained environments. This 5.4 RPM SATA drive can reduce power consumption up to 30% with less than a 10% degradation in random I/O performance over the 7.2 RPM SATA drives.

POWEREDGE SERVER COMMONALITY

PowerVault disk storage products are designed and engineered for PowerEdge servers, optimized for performance and reliability, then tested and validated to help simplify deployment and management. To help improve serviceability of disk drives, the PowerVault MD1000 is equipped with a common drive carrier that can be used on select Dell servers.

The PERC RAID controller—found in the Dell PowerEdge server—includes Dell OpenManage™ Server Administrator Storage Manager. This management software package provides a complete set of disk configuration and administrative utilities for both internal and external server-resident disk drives.

Dell Services are available to help streamline the installation and ongoing operations of your disk expansion enclosure. These services include Dell Enterprise Support Services, Professional Installation Services and Disk Expansion Training.

FEATURES	DESCRIPTION
Drives and Capacity	
Hard Disk Drives	Up to fifteen (15) 3.5-inch SAS or SATA hot-pluggable hard disk drives
Drive Performance and Capacities	15,000 RPM SAS drives available in 73GB, 146GB, 300GB, 450GB and 600GB 10,000 RPM SAS drives available in 300GB, 400GB and 600GB Nearline SAS (7,200 RPM) drives available in 500GB, 750GB or 1TB 7,200 RPM SATA II drives available in 250GB, 500GB, 750GB, 1TB and 2TB Energy efficient SATA II (5,400 RPM) drives available in 1TB and 2TB
Maximum Capacity Per Enclosure	1.1TB using fifteen (15) 73GB 15K SAS disk drives
Maximum Capacity Per Enclosure	30TB using fifteen (15) 2TB disk drives
Host Connectivity	
Unified Mode	Direct connectivity to 15 disk drives and beyond
Split Mode - Dual Host access	Connectivity to drives 0 through 6 to one host; A separate connectivity to drives 7 through 14 to the second host.
Enclosure Management Modules and RAID Levels	
Enclosure Management Modules (EMMs)	1 or 2 hot-pluggable management modules
RAID Levels	PERC 5/E Supports RAID levels 0, 1, 5, 10, 50 PERC 6/E Supports RAID levels 0, 1, 5, 6, 10, 50, 60 Up to 30 physical disks per group Up to 256 virtual disks
Back-Panel Connectors (per EMM)	
Host Connectivity	One x4 3GB SAS (SFF 8470)
Expansion Connectivity	One x4 3GB SAS (SFF 8470)
Service Management	One 6-pin UART mini-DIN connector
LED Indicators	
Front Panel	1 Two-color LED indicator for system status, 2 single-color LED indicators for power and split mod
Hard Drive Carrier	1 single-color activity LED, 1 two-color LED status indicator per drive
EMM	3 two-color LED status indicators: one for each of the EMM SAS ports and one for the EMM status
Power Supply/Cooling Fan Module	3 LED status indicators for power supply status, power/supply/fan fault and AC status
Power Supplies (per supply)	
Wattage	478W (Maximum continuous); 550W (peak)
Maximum Heat Dissipation	1430 BTU/hour (maximum)
Input Voltage Range	100-240V rated (actual 90-26V)
Frequency Range	47-63Hz
Amperage	7.2A at 100V, 3.6A at 200V
Available Hard Drive Power (per slot)	
Supported Continuous Consumption	Up to 1.3A +12V; Up to 1.5A at +5V
Physical	
Height x Width x Depth	13.11 cm (5.16 inches) x 44.63 cm (17.57 inches) x 48.01cm (18.90 inches)
Weight	35.37 km (78 lbs) (maximum configuration)
Environmental	
Temperature	Operating: 10° to 35°C (50° to 95°F), Storage : -40° to 65°C (-40° to 149°F)
Relative Humidity	Operating: 20% to 80% (non-condensing), Storage: 5% to 95% (non-condensing)
Altitude	Operating: -15 to 3048 m (-50 to 10,000 ft), Storage: -15 to 10,668 m (-50 to 35,000 ft)

SIMPLIFY YOUR NETWORK AT DELL.COM/MD1000



Workstation

Dell T3400

Dell Precision™ T3400 Workstation

**Breaking Barriers in Balancing
Performance, Scalability, and
Affordability!**

Affordable Power & Performance

Your work isn't entry level, so why consider a workstation that delivers anything less than advanced levels of performance? With the Dell Precision T3400 you don't have to. Experience the power, scalability, and reliability you've been dreaming about with a system that's specifically designed for professionals as demanding as their complex applications.

To provide you with the ultimate flexibility and scalability, The Dell Precision T3400 comes with your choice of dual core, quad core, or Core 2 Extreme processors. The T3400 builds upon the revolutionary Intel® Core™ 2 duo processor microarchitecture to deliver an optimized workstation that breaks performance barriers. What's the difference? Advanced features that combine to deliver a computing experience that's incredibly rich, incredibly powerful, and incredibly fast.

- Latest Intel Architecture offers better throughput and increased bandwidth than previous generations
- Fast computing speed with support for 1333MHz front side bus processors
- Supports dual native PCIe X16 graphics slots for dual monitors
- 800MHz of RAM for faster memory access and up to 8 GB³ of system memory
- Optional 525 watt wide-ranging power supply

Amazing Graphics

Bring your graphics to the next level with our intelligent selection of ISV certified workstation-class graphics cards. Our ultra-high-end graphic solutions deliver outstanding visualization capabilities for whatever application you are running. Enhanced graphics capabilities are required whether you work in computer aided design, architecture, engineering or digital content creation. Dell Precision workstations provide superb OpenGL 3D performance or dependable and affordable 2D performance to help make you successful in your designs, animation modeling, software development or whatever else you use your workstation to create.

Ultimate Scalability

In today's professional world of Engineering, Software Development, or Digital Content Creation you need precision to be successful. Unlike our competitors we customize each and every Dell Precision workstation to provide you with the ultimate in performance and scalability. Whatever your needs, dual core or quad core, ECC or non-ECC memory, flexible dual-orientation chassis, the Dell Precision T3400 provides a highly scalable architecture that delivers outstanding speed and reliability to the cost-conscious professional. Imagine having the freedom to work the way you've always wanted. With Dell Precision you can. Plus, with ISV application certification, you know your system is performance tuned to help ensure that your applications will run smoothly.

Peace of Mind Through ISV Application Certification

Dell partners with leading Independent Software Vendors (ISVs) to certify system and application compatibility to help ensure flawless compatibility and optimized performance in demanding workstation environments. And, to assure access to the latest productivity enhancing technology solutions, Dell invests in the workstation ISV community by providing the hardware platforms needed to further multithreaded application development. By maintaining strong relationships with software developers, Dell engineers can provide you with ongoing optimization and support, should you need them.



Image courtesy of Adobe®

YOU'VE GOT TALENT. GET THE WORKSTATION TO MATCH IT.

www.dell.com/workstations



Dell Precision™ T3400 Workstation

SYSTEM

Processors	Intel® Core™ 2 Extreme with 1333MHz FSB, 2x4MB L2 cache Intel Core 2 Extreme with 1066MHz FSB, 2x 4MB L2 cache Intel Core 2 Quad with 1066MHz FSB, 2x 4MB L2 cache Intel Core 2 Duo with 1333MHz FSB, 4MB L2 cache Intel Core 2 Duo with 800MHz FSB, 2MB L2 cache All processors support 64-bit computing with Intel EM64T
Operating systems	Dell recommends Genuine Windows Vista™ Business Genuine Windows Vista™ Business; Genuine Windows Vista™ Ultimate; Genuine Windows® XP Professional and Windows® XP Professional x64 Edition; Red Hat® Enterprise Linux® WS v.5
Chipset	Intel X38 Express chipset
Memory	Four DIMM slots support up to 8GB ² dual-channel ³ DDR2 800MHz or 667MHz non-ECC and ECC memory
Flash BIOS	8MB flash memory for system BIOS; SMBIOS 2.3.1 support
Graphics	Support for two PCI Express x16 graphics cards up to 300 watts and with up to 768MB graphics memory including: NVIDIA Quadro® FX 4600; NVIDIA Quadro FX 1700; NVIDIA Quadro® FX 570; NVIDIA Quadro® NVS 290; All graphics cards support dual monitor configurations
Hard drives	SATA 3.0Gb/s: 7200RPM with 8MB DataBurst Cache™ up to 750GB ¹ ; 10K RPM with 16MB DataBurst Cache up to 160 GB ¹ SAS: 15K RPM up to 146GB ¹ ; (requires SAS 6/iR controller card) Chassis supports up to four internal SATA drives (1.8TB ¹ storage maximum) or three SAS drives
Removable storage	Optional: DVD+/-RW ⁴ ; CD-RW/DVD Combo; DVD-ROM ⁵ ; CD-ROM; USB media card reader
Hard drive controller	Integrated SATA 3.0Gb/s controller with support for RAID 0, 1, 5 and 10; optional SAS 6/iR controller card for SAS RAID 0, 1
Network controller	Integrated Broadcom® 5754 Gigabit ⁶ Ethernet controller with Remote Wake Up and PXE support
Audio controller	Integrated High Definition Audio, 24 bit analog-to-digital; 24-bit digital-to-analog stereo conversion
Optional modem	Dell 56K ⁷ v.92 Data/Fax PCI modem
Optional audio	SoundBlaster® X-Fi™ XtremeMusic (D)† with Dolby® Digital 5.1

CHASSIS

Dual-orientation desktop	Mini-tower orientation: (HxWxD) 17.6" x 6.8" x 18.4"; 44.7 cm x 17.1 cm x 46.8 cm
Slots & Bays	Internal - Two 3.5" HDD bays; External - Two 5.25" optical bays, one 3.5" flex bay with an additional 3.5" bay in mini-tower; Two PCIe x16 graphics slots, One PCIe x8 slot wired as x4, Three 5v PCI 32bit/33Mhz slots
Standard I/O ports	Eleven USB 2.0: two front, six rear, three internal; One serial (2nd serial optional); One parallel; Two PS/2; One RJ-45; Microphone and headphone connector on front panel; Two rear connectors for line-in and line-out
Optional I/O	IEEE 1394a available with add-in card; connector located on front panel
Power Supply	375 watt Power Factor Correcting (PFC) power supply or 525 watt wide-ranging power supply
Security	Trusted Platform Module 1.2; WAVE® Embassy® Trust Suite; Setup/BIOS Password; I/O Interface Security; Chassis intrusion switch; Biometric Fingerprint Reader; Kensington lock

EXTERNAL PERIPHERALS

Monitors	Performance flat panel displays, Dell UltraSharp™ widescreen and standard flat panel displays from 17" viewable to 30" viewable; Analog flat panel displays also available
Keyboard	USB: Dell QuietKey, Enhanced Multimedia, Smartcard Reader keyboard; Bluetooth Keyboard and Mouse
Mouse	USB: Dell two-button mechanical with scroll, Dell two-button optical with scroll
Optional Speakers	Internal chassis speaker; Dell two and three piece stereo system; Dell sound bar available for flat panel displays

ENVIRONMENTAL &

REGULATORY	Standards Energy Star 4.0, TC099, Blue Angel, Green PC, BSMI, C-TICK, CE, FCC, IRAM, NEMKO, NFPA 99, SABS, SASO, TCO, TUV, UL, VCCI, WEEE Lead Free Environmentally conscious design is RoHS Compliant ⁸ /Lead Free ⁹
-------------------	--

SERVICE & SUPPORT

Base	3-Year Limited Warranty ¹⁰ with 3 years standard Next Business Day (NBD) onsite ¹¹ parts replacement and 3 years NBD onsite ¹¹ labor (US Only)
Recommended	3-Year Same Business Day 4 hour On-site Service ¹¹ – 5 days a week, M-F 10 hours a day (8-6PM) 3-Year Same Business Day 4 hour On-site Service ¹¹ – 7 days a week, 24 hours a day 3 & 4-year Gold Technical Support, expert support via phone, e-mail and online chat - 7 days a week, 24 hours a day

NOTE: Some applications and peripherals are not compatible with a 64-bit operating system environment. Be sure to verify with all of your current application vendors that your full application suite is compatible before purchasing a Dell Precision workstation with a 64-bit operating system. For more details on Dell systems that run Windows® Vista™, see www.dell.com/vista. Dell's Terms and Conditions of Sales and Service apply and are available upon request. Dell cannot be held responsible for errors in typography or photography.

1 For hard drives, GB means 1 billion bytes and TB equals 1 trillion bytes; actual capacity varies with preloaded material and operating environment and will be less. With Dell Factory Image Restore installed, Windows Vista users will have 10GB of their hard drive capacity set aside for a recovery image. 2 The total amount of available memory will be less than 4GB. The amount less depends on the actual system configuration. To fully utilize 4GB or more of memory requires a 64-bit enabled processor and 64-bit operating system. 3 Dual-channel memory requires two each of the same capacity memory DIMMs. 4 Discs burned with this drive may not be compatible with some existing drives and players; using DVD+R media provides maximum compatibility. 5 DVD-ROM drives may have write-capable hardware that has been disabled via firmware modifications. 6 This term does not connote an actual operating speed of 1 GB/sec. For high speed transmission, connection to a Gigabit Ethernet server and network infrastructure is required. 7 Download speeds are limited to 53K bps. Upload speeds are less (about 30Kbps). Speeds can vary by line condition and modem manufacturer. Analog phone line and service required. 8 Meets the requirements of the EU Directive on the Restriction of the use of certain Hazardous Substances dated January 27, 2003. 9 Per the EU Directive on the Restriction of the use of certain Hazardous Substances directive, this system (chassis and factory installed components) or configuration contains less than 0.1% lead by weight. 10 For a complete copy of our guarantees and limited warranties, please write Dell U.S.A. L.P., Attention: Warranties, One Dell Way, Round Rock, TX 78682. For more information, visit <http://www.dell.com/warranty>. 11 Service may be provided by third-party. Technician will be dispatched if necessary following phone-based troubleshooting. Subject to parts availability, geographical restrictions and terms of service contract. Service timing dependent upon time of day call placed to Dell. U.S. only.

Dell, the Dell logo, Dell Precision and UltraSharp are trademarks of Dell Inc. Intel, Core 2 Duo, Core 2 Extreme and Pentium are trademarks or registered trademarks of Intel Corporation in the U.S. and other countries. Microsoft, Windows and Windows Vista are trademarks or registered trademarks of Microsoft Corporation in the U.S. and other countries. Other trademarks and trade names may be used in this document to refer to either entities claiming the marks and names of their products. Dell Inc. disclaims any proprietary interest in trademarks and trade names other than its own. © Copyright 2007 Dell Inc. All rights reserved. Reproduction or distribution in any manner whatsoever without the express written permission of Dell Inc. is strictly forbidden. August 2007. A2G.

Mando de control remoto

UltraKey

www.honeywellvideo.com

FULLY PROGRAMMABLE KEYBOARD WITH TOUCH SCREEN LCD

The Honeywell UltraKey keyboard represents an industry-leading approach to intelligent, user-friendly control of video management systems. Designed to take full advantage of the powerful features of Honeywell's Video Matrix Systems, the UltraKey incorporates a large backlit touch screen LCD display that can easily be configured with hundreds of menus and accessed dynamically using both hard-key and soft-key selections. Utilizing multiple control interface options, including RS232 and RS485, selection and control of any function within the video management system is available directly from the keyboard.

Dedicated hard keys are provided for common selections including: alternate camera selection, PTZ call, sequence selection, tours, multiplexer selection and control, recorder selection, function, review, print, dub, alarm acknowledge and user programmed DVR or NVR control functions. Selecting any of these keys will execute a function or dynamically select a menu on the LCD touch screen.

Two jog/shuttle controls offer the most efficient operation possible. The uppermost jog shuttle control recording devices or other peripheral equipment, while the centrally mounted jog shuttle steps through camera lists. The rate-proportional joystick allows control of any variable speed PTZ mechanism. The joystick is centrally located on the keyboard, suiting right- or left-handed operators, and incorporates an integral zoom controller. The UltraKey also incorporates a soft rubber wrist rest that significantly reduces operator fatigue.



Market Opportunities

UltraKey's innovative method of operation with its programmable control and interface options ensures that menu commands for many medium and large video management systems (hundreds to thousands of cameras) are accessed quickly and intuitively. The result is unsurpassed control of any function within the video management system for markets including but not limited to gaming, airports, government.

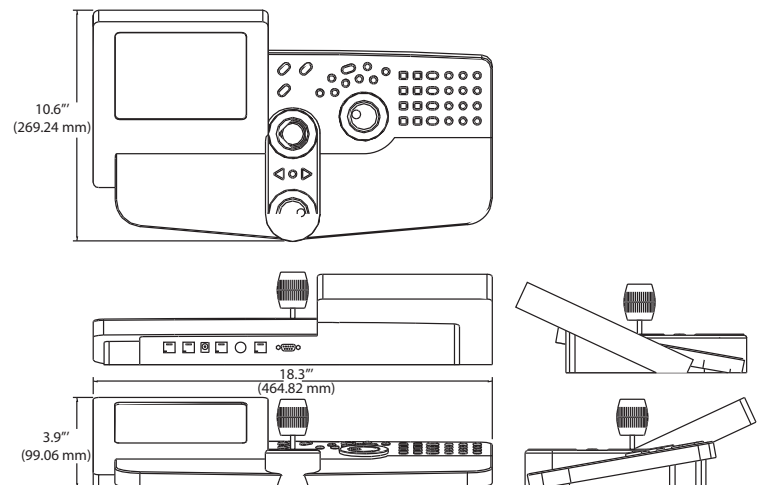
Features

- Fully programmable, customized menus
- Backlit LCD touch screen
- Ergonomic design with padded wrist rest
- Variable-speed joystick with zoom control
- Multiple interface options (RS232 and RS485)
- Two jog/shuttle controls
- Dedicated keys for commonly used functions
- Dynamic menu selection

SPECIFICATIONS

Operational	
Communication Speeds	9600, 19200, 38499 baud
Operating Distances	RS485: 4000' (1219m) RS232: 50' (15.2m)
LCD Touch Screen	240 pixel x 320 pixel, backlit
Joystick	3-axis proportional control
Keypad	Momentary, push-button, numeric and standard menu commands
Jog Shuttle	2 programmable jog shuttle wheels
PTZ Dome Control	Full PTZ control using joystick. Keypad control of iris open/close/auto and focus far/near/auto
Electrical	
Input Voltage	100 - 240 VAC
Operating Voltage	12 VDC
Power Consumption	15 W
Mechanical	
Dimensions (W x H x D)	18.3" x 3.9" x 10.5" (464 mm x 99 mm x 267 mm)
Weight	Unit: 4 lbs (1.81 kg) Shipping: 8.0 lbs. (3.63 kg)
Construction	Housing: High impact ABS Finish: Light gray

Connections	
COM1	RS485 output (RJ 45) (not used)
COM2	1 x RS485 output (RJ 45) 1 x RS232 output (RJ 45)
COM3	RS232 serial port (DB9) Used for programming UltraKey
Keyboard	6-pin mini-din for AT type keyboard support
Power	9-12 VDC @ 1.2 A
Environmental	
Temperature	Operating: 32°-122°F (0°-50°C) Storage: 14°-140°F (-10° - 60°C)
Relative Humidity	0%-95% (non-condensing)
Regulatory	
Emissions	FCC Part 15 class A EN 6100-6-4, EN55022
Immunity	EN 50130-4, EN61000-4-6
Safety	EN 60065
System Compatibility	
NVR	Enterprise NVR
Systems	MAXPRO-Net, VideoBloX, VideoBloX lite



Ordering	
HEGSA002	UltraKey keyboard controller, 12 VDC 1.2 amp power supply, two coiled communication cables, modular communications jack, serial communications cable, firmware/user settings upload/download PC software

NOTE: Honeywell reserves the right, without notification, to make changes in product design or specifications.

Honeywell Security

Honeywell Video Systems
2700 Blankenbaker Pkwy, Suite 150
Louisville, KY 40299
1.800.796.CCTV
www.honeywell.com

L/ULTRKEYD/D
January 2008
© 2008 Honeywell International Inc.

Honeywell

Cámaras de vídeo

ACUIX™ ES DOMES

ACUIX™ ES Domes

www.honeywellvideo.com

INDOOR AND OUTDOOR, PTZ AND FIXED OPTIONS

The ACUIX™ ES PTZ dome features four housing configurations and four integrated high-resolution, auto-focus cameras for virtually any application. The indoor color cameras are available with either an 18X zoom lens and 460 TVL of resolution or a fixed 2.8-10 mm Vari-focal Auto-Iris lens and 540 TVL of resolution. The outdoor Wide Dynamic Range (WDR) and True Day/Night (TDN) models feature 18X, 26X and 36X zoom lenses and up to 530 TVL of resolution. The quick and easy installation characteristics make the ACUIX ES the undisputed first choice when a cost competitive, fully featured dome is required.

Like the ACUIX PTZ dome, the ACUIX ES PTZ dome uses Honeywell proprietary technology that allows users to remotely upload firmware to all domes and permits secure storage of all camera settings such as labels, presets, tours, and privacy zones.

The ACUIX ES PTZ comes with many software features that increase performance and make installation and operation easy. Privacy Zones allow a user to mask up to 24 regions to ensure sensitive areas remain obscured (up to eight on screen at once). Password protection prevents unauthorized users from changing system settings. Standard options include UTP video and up to 8 dry contact inputs. Multi-language menus are provided for English, French, German, Dutch, Italian, Polish, Czech and Spanish.

Market Opportunities

The combination of Honeywell technology, advanced video processing, and low-profile design makes ACUIX ES ideally suited for retail, banking and finance, healthcare, schools and campuses, and anywhere detailed surveillance is essential. Highly reliable, ACUIX ES offers world-class performance and seamless system integration.



In-ceiling



Surface Mount



Indoor Pendant



Outdoor Pendant

Features - PTZ Version

- 18X, 26X and 36X, 530 TVL, 128X Wide Dynamic Range (WDR), True Day/Night
- 18X Color, 460 TVL
- Remote firmware updates
- Secure backup of all camera settings
- Up-the-Coax control
- UTP video output available
- 2 dry contact inputs standard and 8 available as an option
- Up to 64 user-defined presets
- 3 preset tours of up to 24 presets each
- Up to 24 privacy zones (up to 8 on screen at once)
- Password protection prevents unauthorized users from altering system settings
- Built-in surge and lightning protection
- Menus are provided for English, French, German, Dutch, Italian, Polish, Spanish and Czech

Features - Fixed Version

- 1/3" Sony Interline CCD
- Super high resolution color: 540 TVL
- Indoor in-ceiling and surface/pendant mount housings
- Easy to use cable management housing design
- 2.8-10 mm (F1.3) aspherical Vari-focal Auto Iris lens
- Local video output for setup
 - Service/monitor cable is included
- 2-D axis gimbal
- Line lock with phase adjustment (24 VAC)
- Dual 12 VDC/24 VAC voltage

ACUIX™ ES Domes

www.honeywellvideo.com

SPECIFICATION - CAMERAS

PTZ Cameras	18X Color	18X WDR/TDN	26X WDR/TDN	36X WDR/TDN
Image Sensor	1/4" SuperHAD CCD	1/4" EXview HAD CCD	1/4" EXview HAD CCD	1/4" EXview HAD CCD
Lens	18X optical zoom, f=4.1 mm (wide) to 73.8 mm (tele), F1.4 to F3.0	18X optical zoom, f=4.1 mm (wide) to 73.8 mm (tele), F1.4 to F3.0	26X optical zoom, f=3.5 mm (wide) to 91.0 mm (tele), F1.6 to F3.8	36X optical zoom, f=3.4 mm (wide) to 122.4 mm (tele), F1.6 to F4.5
Horizontal Resolution	>460 TVL (NTSC and PAL)	>530 TVL (NTSC and PAL)	>530 TVL (NTSC and PAL)	>530 TVL (NTSC and PAL)
Digital Zoom	12X (216X total zoom)	12X (216X total zoom)	12X (312X total zoom)	12X (432X total zoom)
Angle of View (H)	48° (wide end) to 2.8° (tele end)	48° (wide end) to 2.8° (tele end)	54.2° (wide end) to 2.2° (tele end)	57.8° (wide end) to 1.7° (tele end)
Sync System	Internal/external line lock	Internal/external line lock	Internal/external line lock	Internal/external line lock
Minimum Illumination	1.0 lux (F1.4 50 IRE)	0.7 lux (F1.4 50 IRE)	1.0 lux (F1.6 50 IRE)	1.4 lux (F1.6 50 IRE)
S/N Ratio	>50 dB	> 50 dB	> 50 dB	> 50 dB
Electronic Shutter	1/50 to 1/10,000 sec	1/1 to 1/10,000 sec	1/1 to 1/10,000 sec	1/1 to 1/10,000 sec
White Balance	Auto, Indoor, Outdoor, One Push, Manual	Auto, Indoor, Outdoor, One Push, Manual	Auto, Indoor, Outdoor, One Push, Manual	Auto, Indoor, Outdoor, One Push, Manual
Gain	Auto/Manual -3 to 28 dB, 2 dB steps	Auto/Manual -3 to 28 dB, 2 dB steps	Auto/Manual -3 to 28 dB, 2 dB steps	Auto/Manual -3 to 28 dB, 2 dB steps
Backlight Compensation	On/Off	On/Off	On/Off	On/Off
Focusing System	Auto/Manual	Auto/Manual	Auto/Manual	Auto/Manual

ACUIX™ ES Domes

www.honeywellvideo.com

SPECIFICATION - CAMERAS

Fixed Camera 2.8-10 mm, Vari-focal	
Video Standard	PAL/NTSC
Scanning System	625 scan lines, 50 Hz/525 scan lines, 60 Hz (PAL/NTSC)
Image Sensor	1/3" Sony CCD color image sensor
	2.8-10 mm, Vari-focal Auto Iris, F1.3
	540 TVL
	752 x 582
	Tele: 34.3° (D), 27.4° (H), 20.5° (V) Wide: 129° (D), 100.2° (H), 73.3° (V)
Sync System	12 VDC: Internal, 24 VAC: line lock option
Minimum Illumination	Clear dome - 0.6 lux @ F1.3 (AGC on, 50 IRE) Smoke dome - 2 lux @ F1.3 (AGC on, 50 IRE)
	50 dB (AGC Off)
	1.0 Vp-p, composite @ 75 Ohms
	On/off, selectable
ALC	Auto Iris: DC drive
	1/50 – 1/100,000 second (PAL)
	ATW/AWC
Line Lock Phase Adjust	Adjustable (available only with 24 VAC)
	On/off, switchable
Flickerless	On/off, switchable

ACUIX™ ES Domes

www.honeywellvideo.com

SPECIFICATION

18X, 26X, 36X Outdoor and 18X Indoor	
Operational	
Angular Travel	Horizontal: 360° continuous Tilt: -2° above horizontal to 90° down
Speed (Manual Mode)	Pan: variable from 0.0625° to 360°/sec Tilt: variable from 0.0625° to 360°/sec
Speed to Preset	<0.6 sec.
Preset Accuracy	± 0.4°
Presets Per Dome	64
Preset Tours	3 tours with up to 24 presets per tour
Still Shot™ Feature (Outdoor models only)	Freeze-frame of video between presets during tour
Mimic Tours	Three 2-minute mimic tours
Sector Identification	16 independent sectors or zones
Privacy Zones	24 in all cameras
Default Function	Activates preset tours and mimic tours after programmable period of inactivity
Flashback	Recalls the last preset position observed whether in manual, preset tour or mimic tour. Presets can be toggled between last two.
Digital Zoom Label	Provides on-screen identification of digital zoom setting (i.e., 2X, 4X, 12X). User selectable.
24 VAC Line-Lock	Unit is 24 VAC line locked with 180° phase adjust
Alarm Processing	2 on-board inputs for dry contacts; 8 available on "B" models – unlimited options available with IntelliBus
Protocols Supported	IntelliBus, Diamond, MAXPRO mode, VCL, VCL up the coax, Pelco 'P' & 'D' & Pelco P_AD, Pelco D_AD
Receiver/Driver	Digital Communication: RS485 Addressing: 8 position DIP switch Protocol: 8 position DIP switch Switch selectable termination

ACUIX™ ES Domes

www.honeywellvideo.com

SPECIFICATION

18X, 26X, 36X Outdoor	
Environmental	
Temperature	Operating: -4°F to 122°F (-20°C to +50°C) Storage: -40°F to 140°F (-40°C to +60°C)
Relative Humidity	0 to 100%, non-condensing IP66 rated enclosure
Regulatory	
Immunity	EN50130-4
Safety	UL 60065/EN60065
Electrical	
Input Voltage	24 VAC @ 50/60 Hz, 12 VDC
Input Tolerance	20.4 to 27.6 VAC and 10.2 to 13.8 VDC
Power Consumption	40 W peak (at nominal input voltage with heater on) 15 W Idle (heater off, 22 W with heater on)
Mechanical	
Dimensions	Housing: 7.66" (194.6 mm) H x 10.01" (255.5 mm) Dia. Lower Dome: 7.52" (191 mm) Dia.
Weight	7.3 lb (3.3 kg)
Construction	Housing: Aluminum Lower Dome: Optical Grade Acrylic
Mounting Method	Pendant Only

18X Indoor	
Environmental	
Temperature	Operating: -40°F to 140°F (-40°C to +60°C) Storage: -40°F to 140°F (-40°C to +60°C)
Relative Humidity	0 to 93%, non-condensing
Regulatory	
Emissions	FCC: Part 15, Class B CE: EN55022, Class B
Immunity	EN50130-4 CE: EN61000-6-1:2001
Safety	UL 60065 CE: EN60065
Electrical	
Input Voltage	24 VAC @ 50/60 Hz, 12 VDC, Class 2 LPS
Input Tolerance	21 to 27 VAC and 10.5 to 16 VDC
Power Consumption	15 W peak
Indoor In-ceiling Mount	
Mechanical	
Dimensions	Housing: 5.98" (152 mm) H x 8.13" (206.4 mm) Dia. Lower Dome: 5.75" (146 mm) Dia.
Weight	5 lb (2.27 kg)
Construction	Housing: Aluminum Lower Dome: Optical Grade Acrylic
Mounting Method	193.8 mm diameter mounting hole with 3 wing tabs
Surface and Pendant Mount	
Mechanical	
Dimensions	Surface Mount Housing: 5.04" (128 mm) H x 7.64" (194 mm) Dia. tapering to 5.98" (152 mm) Dia. Pendant Housing: 6.6" (167.64 mm) H x 7.64" (194 mm) Dia. tapering to 5.98" (152 mm) Dia. Lower Dome: 5.75" (146 mm) Dia.
Weight	5 lb (2.27 kg)
Construction	Housing: Polycarbonate Finish: Warm Gray Lower Dome: Optical Grade Acrylic
Mounting Method	Surface mount on flat surface. Can be recess mounted to reduce profile by 1.1" (28 mm). 1.5" NPT with included mount for pendant mount model.

ACUIX™ ES Domes

www.honeywellvideo.com

SPECIFICATION

Fixed Indoor	
Environmental	
Temperature	Operating: 14°F to 122°F (-10°C to 50°C) Storage: -20°C to 60°C
Relative Humidity	30% to 90% non-condensing
Regulatory	
Emissions	FCC, CE (EN55022)
Immunity	CE (EN50130-4)
Safety	UL 60065, EU: 73/23/EEC LVD
Electrical	
Input Voltage	12 VDC/24 VAC
Input Range	11-16 VDC, 17-28 VAC
Surge Suppression	1.5 kW Transient
Power Consumption	3.5 W (max)

Fixed Indoor	
In-ceiling Mount	
Mechanical	
Dimensions	5.98" (152 mm) H x 8.13" (206.4 mm) Dia.
Weight	3.1 lb (1.4 kg)
Construction	Housing: Aluminum Lower Dome: Optical Grade Acrylic
Mounting Method	193.8 mm diameter mounting hole with 3 wing tabs
Connectors	Video Output: BNC connector Power Input: (Screw terminal block)
Surface and Pendant Mount	
Mechanical	
Dimensions	Surface Mount Housing: 5.04" (128 mm) H x 7.64" (194 mm) Dia. tapering to 5.98" (152 mm) Dia. Pendant Housing: 6.6" (167.64 mm) H x 7.64" (194 mm) Dia. tapering to 5.98" (152 mm) Dia. Lower Dome: 5.75" (146 mm) Dia.
Weight	3.1 lb (1.4 kg)
Construction	Housing: Polycarbonate Finish: Warm Gray Lower Dome: Optical Grade Acrylic
Mounting Method	Surface mount on flat surface. Can be recess mounted to reduce profile by 1.1" (28 mm). 1.5" NPT with included mount for pendant mount model.
Connectors	Video Output: BNC connector Power Input: (Screw terminal block)

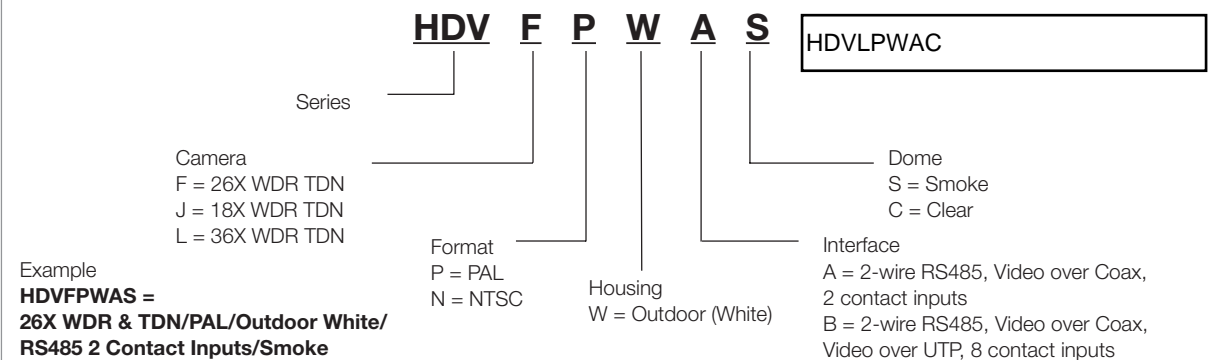
ACUIX™ ES Domes

www.honeywellvideo.com

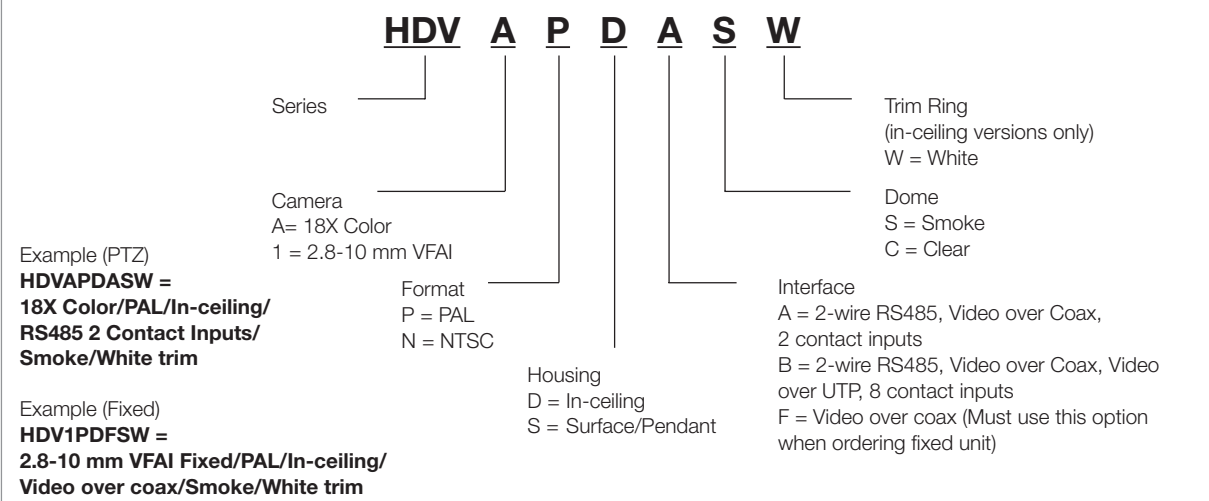
ACCESSORIES AND ORDERING

Accessories	
Mounts and Adapters	
HDWWM1	Indoor Only Wall Mount
HDXWM2	Indoor and Outdoor Wall Mount
HDXSM1	Half Swan Neck Pole Mount
HDPRM2	Parapet and Flat Roof Mount
HDCM1	Ceiling Mount for Indoor Pendant (Not for outdoor use)
HDXPMA1	Pole Mount Adapter for HDXWM2 and Rugged Housing
HDXCMA1	Corner Mount Adapter for HDXWM1 and Rugged Housing
HDXWM1B	Indoor Wall Mount, Black Matte Finish

Ordering - Outdoor Models



Ordering - Indoor Models



NOTE: Honeywell reserves the right, without notification, to make changes in product design or specifications.

For more information:
www.honeywellvideo.com

Honeywell Security Group
Honeywell
2700 Blankenbaker Pkwy., Suite 150
Louisville, KY 40299
1.800.796.CCTV (2288)
www.honeywell.com

L/ACUIXESD/D
November 2009
© 2009 Honeywell International Inc.

CCTV - Datasheet - Honeywell Speed Dome PTZ Camera
Project No: 25317-301-HC9-EF00-00001

Page 9 of 9

Honeywell

Document No: 8AM008132515DSZZA
Revision: 2

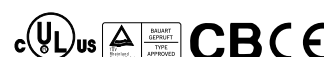
Fuente de alimentación

DR 4524 FMC



Features :

- Universal AC input/Full range
- Protections:Short circuit/Over load/Over voltage/Over temperature
- Cooling by free air convection
- Can be installed on DIN rail TS-35/7.5 or 15
- UL 508(industrial control equipment)approved
- LED indicator for power on
- 100% full load burn-in test
- Fix switching frequency at 100KHz
- 3 years warranty

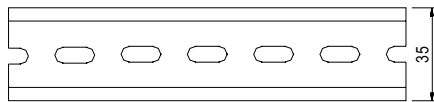


SPECIFICATION

MODEL		DR-4505	DR-4512	DR-4515	DR-4524
OUTPUT	DC VOLTAGE	5V	12V	15V	24V
	RATED CURRENT	5A	3.5A	2.8A	2A
	CURRENT RANGE	0 ~ 5A	0 ~3. 5A	0 ~ 2.8A	0 ~ 2A
	RATED POWER	25W	42W	42W	48W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	100mVp-p	200mVp-p	240mVp-p	480mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	4.75 ~ 5.5V	10.8 ~ 13.2V	13.5 ~ 16.5V	21.6 ~ 26.4V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LOAD REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	SETUP, RISE TIME	800ms, 60ms/230VAC at full load			
	HOLD TIME (Typ.)	100ms/230VAC at full load			
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC 120 ~ 370VDC			
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz			
	EFFICIENCY (Typ.)	72%	77%	77%	80%
	AC CURRENT (Typ.)	1.5A/115VAC 0.75A/230VAC			
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 28A/115VAC 56A/230VAC			
	LEAKAGE CURRENT	<1mA / 240VAC			
PROTECTION	OVER LOAD	105 ~ 150% rated output power Protection type : Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed			
	OVER VOLTAGE	5.75 ~ 6.75V	13.8 ~ 16.2V	17.25 ~ 20.25V	27.6 ~ 32.4V
		Shut down o/p voltage, re-power on to recover			
	OVER TEMPERATURE	Tj 135℃ typically (U1) Detect on heat sink of power transistor Protection type : Shut down o/p voltage, recovers automatically after temperature goes down			
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-10 ~ +50℃ (Refer to output load derating curve)			
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing			
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-20 ~ +85℃, 10 ~ 95% RH			
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/℃ (0 ~ 50℃)			
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes			
SAFETY & EMC (Note 4)	SAFETY STANDARDS	UL508, TUV EN60950-1 Approved			
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC I/P-FG:1.5KVAC O/P-FG:0.5KVAC			
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms/500VDC			
	EMI CONDUCTION & RADIATION	Compliance to EN55011,EN55022 (CISPR22) Class B			
	HARMONIC CURRENT	Compliance to EN61000-3-2,-3			
OTHERS	EMS IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2,3,4,5,6,8,11, ENV50204, EN55024, EN61000-6-2 (EN50082-2) Heavy industry level, criteria A			
	MTBF	364.6K hrs min. MIL-HDBK-217F (25℃)			
	DIMENSION	93*78*67mm (L*W*H)			
	PACKING	0.31Kg; 48pcs/16.1Kg/1.3CUFT			
NOTE	1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25℃ of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor. 3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives.				

Mechanical Specification

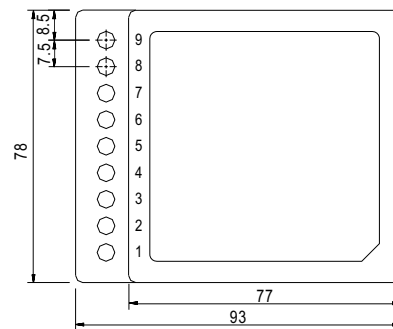
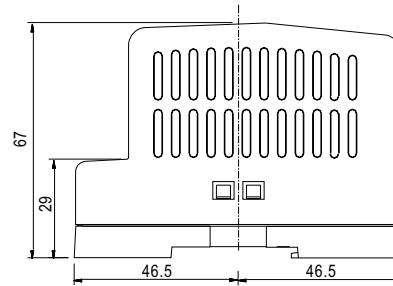
Case No. 918A Unit:mm



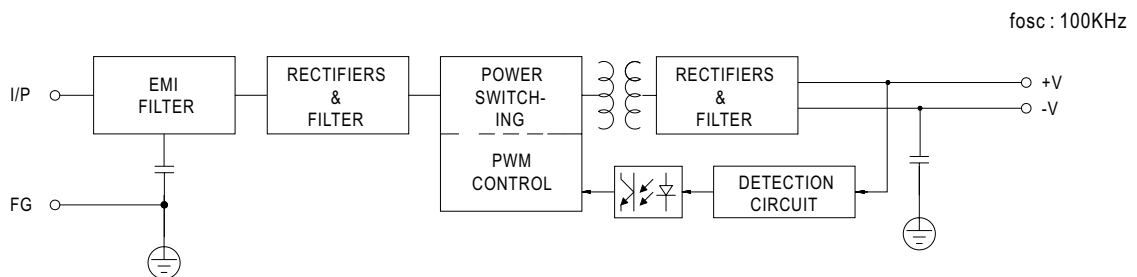
Install DIN rail TS35/7.5 or TS35/15

Terminal Pin. No Assignment

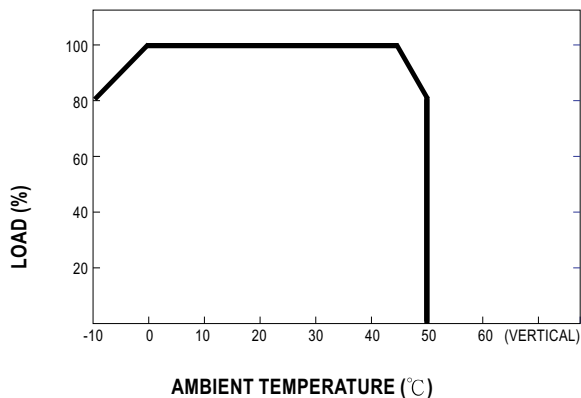
Pin No.	Assignment	Pin No.	Assignment
1	AC/L	6,7	DC OUTPUT+V
2	AC/N	8	LED
3	FG ⊕	9	+V ADJ.
4,5	DC OUTPUT -V		



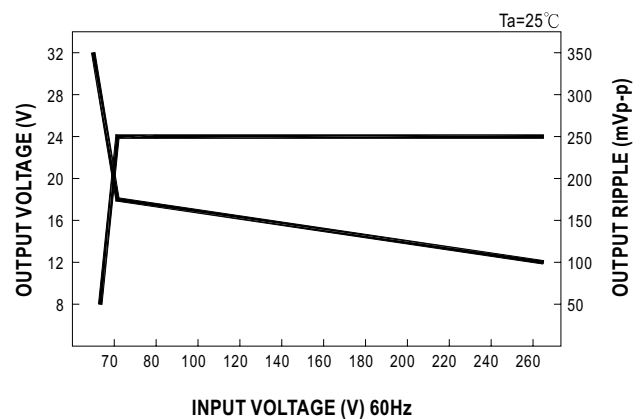
Block Diagram



Output Derating



Static Characteristics (24V)



Codificador MPEG-4

AXIS 241S Video Server

AXIS 241Q/241S Video Servers

Bringing network video benefits to analog surveillance systems.



- > High quality, de-interlaced video
- > Simultaneous Motion JPEG and MPEG-4 streams
- > Video motion detection
- > Support for PTZ and dome cameras
- > Comprehensive security features

AXIS 241Q/241S Video Servers enable analog cameras to be integrated into an IP-based video surveillance system, providing users with the benefits of professional network video technology.

AXIS 241Q/241S Video Servers convert analog video signals into high quality, de-interlaced, digital video streams that are sent over an IP network. AXIS 241Q features four analog channels and AXIS 241S features one channel. Both models are available as standalone units or blade versions for rack solutions.

MPEG-4 and Motion JPEG streams can be sent simultaneously from each channel and at full frame rate. This allows users to have different viewing and recording settings that are optimized for image quality and efficient bandwidth/storage use.

AXIS 241Q/241S Video Servers provide powerful event management functions. Events can be triggered for example by video motion detection and external input devices, and responses can include image upload, alarm notifications and activation of external devices such as lights, doors or alarms.

The video servers' serial ports enable pan/tilt/zoom control of PTZ cameras and PTZ dome cameras over the network.

AXIS 241Q/241S Video Servers offer comprehensive security features such as multiple user access levels, IP address filtering, HTTPS encryption and IEEE 802.1X.

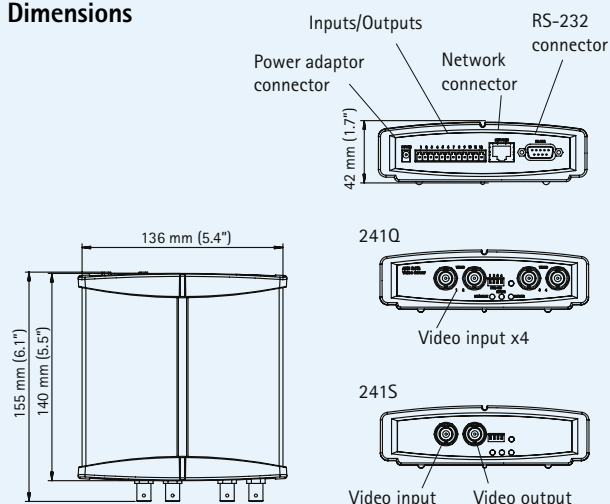


Technical specifications – AXIS 241Q/241S Video Servers

Video encoder	
Models	AXIS 241Q* : Four video channels AXIS 241S* : One video channel *Also available as blade versions for Axis Video Rack Solution
Video compression	MPEG-4 Part 2 (ISO/IEC 14496-2) Motion JPEG
Resolutions	160x120 to 704x576
Frame rate MPEG-4	AXIS 241Q : Up to 20/17 (NTSC/PAL) fps at CIF AXIS 241S : Up to 30/25 (NTSC/PAL) fps at 2CIF, 21/17 fps at 4CIF
Frame rate Motion JPEG	AXIS 241Q : Up to 30/25 (NTSC/PAL) fps at CIF AXIS 241S : Up to 30/25 (NTSC/PAL) fps at 4CIF
Video streaming	Simultaneous MPEG-4 and Motion JPEG Controllable frame rate and bandwidth VBR/CBR MPEG-4
Image settings	Compression, color, rotation, aspect ratio correction, mirroring Text and image overlay Privacy mask De-interlace filter
Pan/Tilt/Zoom	Wide range of analog PTZ cameras supported (drivers available for download at www.axis.com) 20 presets/camera Guard tour PTZ control queue Supports Windows compatible joysticks
Network	
Security	Password protection, IP address filtering, HTTPS encryption, IEEE 802.1X network access control, digest authentication, user access log
Supported protocols	IPv4/v6, HTTP, HTTPS, QoS layer 3 DiffServ, FTP, SMTP, Bonjour, UPnP, SNMPv1/v2c/v3(MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS
System integration	
Application Programming Interface	Open API for software integration, including VAPIX® from Axis Communications available at www.axis.com
Intelligent video	Video motion detection, active tampering alarm
Alarm triggers	Intelligent video, external inputs, video loss
Alarm events	File upload via FTP, HTTP and email Notification via email, HTTP and TCP External output activation
Video buffer	9 MB pre- and post-alarm per channel
General	
Casing	Metal casing Standalone, stackable or with brackets for wall or cage mount
Processors and memory	AXIS 241Q : ARTPEC-2, 64 MB RAM, 8 MB Flash AXIS 241S : ARTPEC-2, 32 MB RAM, 8 MB Flash
Power	7 – 20 V DC, max 8 W
Connectors	Analog composite video NTSC/PAL auto-sensing: AXIS 241Q : 4 BNC inputs AXIS 241S : 1 BNC input and 1 BNC output: loopthrough or Y/C video input RJ-45 10BaseT/100BaseTX Terminal block: I/O terminal block for four configurable inputs/outputs RS-485/ RS-422 D-sub for RS-232 port
Operating conditions	5 – 50 °C (41 – 122 °F) Humidity 20 – 80% RH (non-condensing)
Approvals	EN 55022 Class B, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55024, FCC Part 15 Subpart B Class B, ICES-003 Class B, VCCI Class B, C-tick AS/NZS CISPR 22, EN 60950 Power supply: EN 60950-1, UL, cUL
Weight	540 g (1.2 lbs)
Included accessories	Power supply, mounting and connector kits, Installation Guide, CD with installation and management tools, software and User's Manual, 1 Windows decoder user license

More information is available at www.axis.com

Dimensions



Optional accessories

AXIS Rack Solution



AXIS 295
Video Surveillance Joystick



For information on AXIS Camera Station and video management software from Axis' Application Development Partners, see www.axis.com/products/video/software/

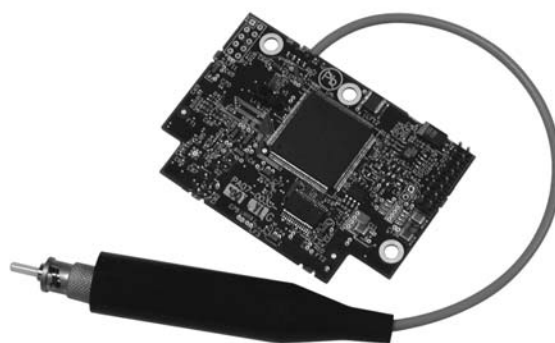
Receptor y Transmisor de fibra óptica

FS85011A Fiber Transmitter

SINGLE-CHANNEL DIGITALLY ENCODED VIDEO WITH BIDIRECTIONAL DATA

Product Features

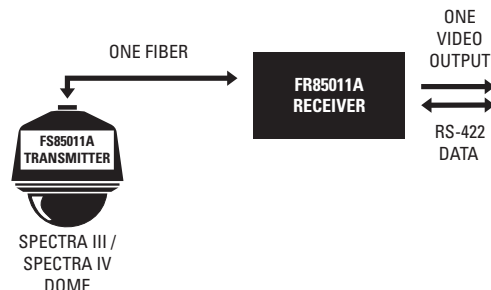
- Designed for Use in Spectra III™ and Spectra® IV Domes and in the ExSite® Explosionproof Positioning System
- 8-Bit Digitally Encoded Video for High-Quality Video Transmission over a Single Fiber
- Bidirectional RS-422 Data Channel or Coaxitron® Communication
- Patent-Pending Transmission Technology Allowing Coaxitron Control at Full-Distance Capabilities
- Compatible with the FR85011A/FR85011 Fiber Receiver
- Integrated Wavelength Division Multiplexing (WDM) in a Single Fiber
- Multimode Fiber Support for Distances up to 6 km
- Single-Mode Fiber Support for Distances up to 46 km
- Laser Diode for Transmission of Optical Signals
- Exceeds All Requirements for the RS-250C Medium-Haul Transmission Specification
- Compatible with NTSC, PAL, and SECAM Video Standards
- No Performance Adjustments Required
- LED Indicator for Monitoring of Signal Status



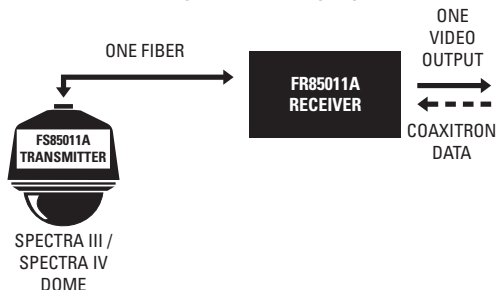
The **FS85011A** fiber transmitter is designed for quick and easy installation into the back box of Spectra III™ and Spectra® IV domes or can be included as part of an ExSite® explosionproof positioning system at the factory. The **FS85011A** transmitter provides the ability to send one unidirectional composite video channel and one bidirectional RS-422 data channel over one optical fiber. In addition, patent-pending technology provides the solution for allowing Coaxitron® pan/tilt/zoom (PTZ) control data to be transmitted the full distance of the fiber. Available in multimode and single-mode versions, the **FS85011A** transmitter is compatible with the FR85011A/FR85011 receiver.

A jumper on the **FS85011A** transmitter provides the unique capability to select RS-422 or Coaxitron data communication. The selection of RS-422 data communication allows PTZ control of the Spectra III/ Spectra IV dome or of the ExSite positioning system. With Coaxitron control, PTZ control signals are transmitted over video coaxial cable from the controller to the FR85011A/FR85011 receiver. The receiver then transmits the Coaxitron data onto the fiber to the **FS85011A** transmitter. The Coaxitron data is transmitted from the controller to the Spectra III/Spectra IV dome or to the ExSite positioning system during the vertical blanking interval of the video signal.

The **FS85011A** transmitter operates using power supplied from the Spectra III/Spectra IV dome or from the ExSite positioning system.



SINGLE-CHANNEL VIDEO AND RS-422 DATA APPLICATION



SINGLE-CHANNEL VIDEO AND COAXITRON DATA APPLICATION



C2606 / NEW 5-01-08



International Standards
Organization Registered Firm;
ISO 9001 Quality System



TECHNICAL SPECIFICATIONS

MODELS

Model Number		Fiber Optic Connector Type	Wavelength (Video/Data)	Optical Power Budget	Maximum Transmission Distance
FS85011A Transmitter	Compatible Receiver*				
Multimode (62.5/125 μm)					
FS85011AMST	FR85011AMSTR	ST	1310/850 nm	26 dB†	6 km (3.7 mi)‡
	FR85011MSTR	ST	1310/850 nm	20 dB†	6 km (3.7 mi)‡
Single-Mode (9/125 μm)					
FS85011ASST	FR85011ASSTR	ST	1310/1550 nm	28 dB	46 km (28.6 mi)§
	FR85011SSTR	ST	1310/1550 nm	20 dB	30 km (18.6 mi)§
FS85011ASF	FR85011ASFCR	FC	1310/1550 nm	28 dB	46 km (28.6 mi)§
	FR85011SFCR	FC	1310/1550 nm	20 dB	30 km (18.6 mi)§

*Single-channel fiber optic video receiver/data transceiver.
†When using 50/125 μm multimode fiber, subtract 3 dB from the optical power budget.
‡Maximum transmission distance is limited by fiber bandwidth.
§Maximum transmission distance is based on attenuation of 0.5 dB/km plus a 5 dB buffer for connector and splice losses.
Note: For models with higher optical power budgets, contact the factory.

Supplied Accessories

Fiber optic adapter (ST to ST, FC to ST, or FC to FC)

VIDEO

Number of Channels	1
Modulation Type	Pulse code modulation, 8-bit resolution
Video Input	1.0 Vp-p, 75 ohms; NTSC, PAL, and SECAM
Bandwidth	6.5 MHz
Gain	Unity
Differential Gain	<2%
Differential Phase	<1°
Tilt	<1%
Signal-to-Noise Ratio	>60 dB (CCIR weighted)

DATA

Number of Channels	1
Data Communication	RS-422, Coaxitron

GENERAL

Operating Temperature	Refer to the Spectra III, Spectra IV, or ExSite product specification sheet as appropriate.
Input Power Requirements	12 VDC, 160 mA
LED Indicator	Optic Fault
Dimensions	2.9" L x 2.0" W (7.37 x 5.08 cm)
Unit Weight	0.08 lb (0.04 kg)
Shipping Weight	1.0 lb (0.45 kg)

MECHANICAL

Connectors

Video/Data/Power	16-pin header
Data Selection	2-pin header
Fiber Optic	ST for multimode fiber ST or FC for single-mode fiber

CERTIFICATIONS

- CE, Class A
- FCC, Class A
- UL/cUL Listed
- C-Tick
- Complies with FDA requirements for Class 1 laser products



Pelco, Inc. Worldwide Headquarters:
 3500 Pelco Way, Clovis, California 93612-5699 USA
USA & Canada Tel: (800) 289-9100 • FAX (800) 289-9150
International Tel: (559) 292-1981 • FAX (559) 348-1120
www.pelco.com

Pelco, the Pelco logo, Coaxitron, ExSite, and Spectra are registered trademarks of Pelco, Inc.
 Spectra III is a trademark of Pelco, Inc.
 Specifications subject to change without notice.
 ©Copyright 2008, Pelco, Inc. All rights reserved.

FT85011A/FR85011A Fiber Transmitter and Receiver

SINGLE-CHANNEL DIGITALLY ENCODED VIDEO WITH BIDIRECTIONAL DATA

Product Features

- 8-Bit Digitally Encoded Video for High-Quality Video Transmission over a Single Fiber
- Bidirectional Data Channel That Supports RS-232, RS-422, RS-485 (2-wire/4-wire), Manchester, Bi-Phase, and Coaxitron® Communication
- Patent-Pending Transmission Technology Allowing Coaxitron Control at Full-Distance Capabilities
- Integrated Wavelength Division Multiplexing (WDM) in a Single Fiber
- Multimode Fiber Support for Distances up to 6 km
- Single-Mode Fiber Support for Distances up to 46 km
- Exceeds All Requirements for the RS-250C Medium-Haul Transmission Specification
- Compatible with NTSC, PAL, and SECAM Video Standards
- Meets NEMA TS 2 and Caltrans Traffic Signal Control Equipment Environmental Standards
- No Performance Adjustments Required
- 12 VDC or 24 VAC Power Supply

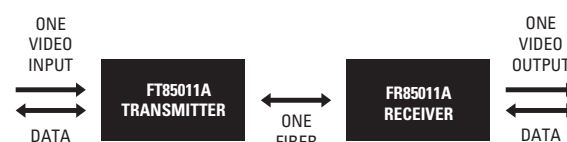


- Stand-Alone and Rack-Mountable Modular Design
- LED Indicators for Monitoring of Signal Status, Laser Status, Data Activity, and Operating Power

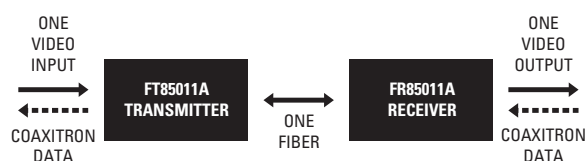
Available in multimode and single-mode versions, the **FT85011A/FR85011A** fiber transmitter and receiver provide the ability to transmit one unidirectional composite video channel and one bidirectional data channel over one optical fiber. In addition, patent-pending technology provides the solution for allowing Coaxitron® pan/tilt/zoom (PTZ) control data to be transmitted the full distance of the fiber (up to 6 km for multimode fiber and up to 46 km for single-mode fiber). When using single-mode fiber, the **FT85011A** transmitter and the **FR85011A** receiver offer an exceptional optical power budget of 28 dB.

Modular in design, the **FT85011A** and **FR85011A** units can be rack mounted or can be used as stand-alone modules. Rack mounting is accomplished using the RK5000 Series rack mount chassis. Stand-alone modules can be placed on a desktop or can be mounted to a wall.

In addition to compatibility with each other, the **FT85011A** transmitter and the **FR85011A** receiver are compatible with other fiber models. The **FT85011A** transmitter is backward compatible with the FR85011 receiver. The **FR85011A** receiver is backward compatible with the FS85011 and FT85011 transmitters.



SINGLE-CHANNEL VIDEO AND BIDIRECTIONAL DATA APPLICATION



SINGLE-CHANNEL VIDEO AND COAXITRON DATA APPLICATION



C2604 / NEW 7-06



International Standards
Organization Registered Firm;
ISO 9001 Quality System



TECHNICAL SPECIFICATIONS

MODELS

FT85011A Transmitter and Compatible Receivers

Model No.		Fiber Optic Connector Type	Wavelength (Video/Data)	Optical Power Budget	Maximum Transmission Distance
FT85011A Transmitter	Compatible Receivers				
Multimode (62.5/125 μm)					
FT85011AMSTR	FR85011AMSTR	ST	1310/850 nm	26 dB*	6 km (3.7 mi) [†]
	FR85011MSTR	ST	1310/850 nm	20 dB*	6 km (3.7 mi) [†]
Single-Mode (9/125 μm)					
FT85011ASSTR	FR85011ASSTR	ST	1310/1550 nm	28 dB	46 km (28.6 mi) [‡]
	FR85011SSTR	ST	1310/1550 nm	20 dB	30 km (18.6 mi) [‡]
FT85011ASFCR	FR85011ASFCR	FC	1310/1550 nm	28 dB	46 km (28.6 mi) [‡]
	FR85011SFCR	FC	1310/1550 nm	20 dB	30 km (18.6 mi) [‡]

*When using 50/125 µm multimode fiber, subtract 3 dB from the optical power budget.

[†]Maximum transmission distance is limited by fiber bandwidth.

[‡]Maximum transmission distance is based on attenuation of 0.5 dB/km plus a 5 dB buffer for connector and splice losses.

Notes:

- For conformal coated models, replace the first letter *F* in the model number with the letter *C*. The conformal coated version of FT85011AMSTR, for example, is CT85011AMSTR.
- For models with higher optical power budgets, contact the factory.

Supplied Accessories

- Regulated switching power supply with multiple plug adapters (North American, Australian, United Kingdom, and European); 100-240 VAC, 50-60 Hz input, 12 VDC output

Note: In extreme temperature conditions, it is recommended that an industrial-rated outdoor power supply such as the Pelco® WCS1-4 power supply be used.

- Wall clip for attachment of single module to wall

TECHNICAL SPECIFICATIONS

MODELS

FR85011A Receiver and Compatible Transmitters

Model No.		Fiber Optic Connector Type	Wavelength (Video/Data)	Optical Power Budget	Maximum Transmission Distance
FR85011A Receiver	Compatible Transmitters				
Multimode (62.5/125 μm)					
FR85011AMSTR	FT85011AMSTR	ST	1310/850 nm	26 dB*	6 km (3.7 mi)†
	FT85011MSTR FS85011MST	ST	1310/850 nm	20 dB*	6 km (3.7 mi)†
Single-Mode (9/125 μm)					
FR85011ASSTR	FT85011ASSTR	ST	1310/1550 nm	28 dB	46 km (28.6 mi)‡
	FT85011SSTR FS85011SST	ST	1310/1550 nm	20 dB	30 km (18.6 mi)‡
FR85011ASFCR	FT85011ASFCR	FC	1310/1550 nm	28 dB	46 km (28.6 mi)‡
	FT85011SFCR FS85011SFC	FC	1310/1550 nm	20 dB	30 km (18.6 mi)‡

*When using 50/125 μm multimode fiber, subtract 3 dB from the optical power budget.

†Maximum transmission distance is limited by fiber bandwidth.

‡Maximum transmission distance is based on attenuation of 0.5 dB/km plus a 5 dB buffer for connector and splice losses.

Notes:

- For conformal coated models of rack-mountable transmitters and receivers, replace the first letter *F* in the model number with the letter *C*. The conformal coated version of FR85011AMSTR, for example, is CR85011AMSTR.
- For models with higher optical power budgets, contact the factory.

Supplied Accessories

- Regulated switching power supply with multiple plug adapters (North American, Australian, United Kingdom, and European); 100-240 VAC, 50-60 Hz input, 12 VDC output
- Note:** In extreme temperature conditions, it is recommended that an industrial-rated outdoor power supply such as the Pelco WCS1-4 power supply be used.
- Wall clip for attachment of single module to wall

TECHNICAL SPECIFICATIONS

VIDEO

Number of Channels	1
Modulation Type	Pulse code modulation, 8-bit resolution
Video Input (FR85011A)/ Video Output (FR85011A)	1.0 Vp-p, 75 ohms; NTSC, PAL, and SECAM
Bandwidth	6.5 MHz
Gain	Unity
Differential Gain	<2%
Differential Phase	<1°
Tilt	<1%
Signal-to-Noise Ratio	>60 dB (CCIR weighted)

DATA

Number of Channels	1
Data Communication	RS-232, RS-422, RS-485 (2-wire/4-wire), Manchester, Bi-Phase, Coaxitron
Maximum Baud Rate	500 kbps

GENERAL

Operating Temperature	-40° to 167°F (-40° to 75°C)
Input Power Requirements	12 VDC or 24 VAC, 300 mA
LED Indicators	Power, Video Present, Optic Fault, Data Tx, Data Rx
Dimensions	8.75" D x 1.08" W x 4.81" H (22.23 x 2.74 x 12.22 cm)
Unit Weight	1.48 lb (0.67 kg)
Shipping Weight	3 lb (1.36 kg)

MECHANICAL

Connectors	
Video	BNC
Rack Power/Alarm	4-pin connector
Standalone Power	2-pin connector, screw terminal
Data	9-pin connector, screw terminal
Fiber Optic	ST for multimode fiber ST or FC for single-mode fiber

CERTIFICATIONS

- CE, Class A
- UL Listed
- UL Listed to Canadian safety standards
- FCC, Class A
- C-Tick
- Complies with FDA requirements for Class 1 laser products
- Meets NEMA TS 2 and Caltrans traffic signal control equipment standards for ambient operating temperature, mechanical shock and vibration, humidity with condensation, high-line/low-line voltage conditions, and transient voltage protection—certified by an independent testing laboratory

Note: Conformal coating is required for operation in environments with relative humidity above 95% (condensing).

OPTIONAL ACCESSORIES

WM5001-3U	Wall mount base kit for single-width module
WM5001-3UEXP	Wall mount expansion kit for single-width module
RK5000-3U	19-inch rack mount chassis for 14 slots, no power (3 RUs)
RK5000PS-3U	19-inch rack mount chassis for 12 slots with power (3 RUs)
EPS5000-120	External rack power supply, 1 RU, dual 120 W power outputs
RK5001B-3U	Blank filler panel, single width
RK5002B-3U	Blank filler panel, double width
RK5001-1UEXP	Adapter kit that allows a 3 RU single-width fiber module to be used in RK5000PS-5U rack mount chassis



Pelco, Inc. Worldwide Headquarters:
3500 Pelco Way, Clovis, California 93612-5699 USA
USA & Canada Tel: (800) 289-9100 • FAX: (800) 289-9150
International Tel: +1 (559) 292-1981 • FAX: +1 (559) 348-1120
www.pelco.com

Coaxitron, Pelco, and the Pelco logo are registered trademarks of Pelco, Inc.
Product specifications and availability subject to change without notice.
©Copyright 2006, Pelco, Inc. All rights reserved.

Convertidor de medios

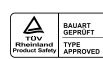
IMC-101 Series

Industrial 10/100BaseT(X) to 100BaseFX Media Converter



Highlights

- 10/100BaseT(X) auto-negotiation and auto-MDI/MDI-X
- Link Fault Pass-Through (LFP)
- Power failure, port break alarm by relay output
- Redundant power inputs
- -40 to 75°C operating temperature range (T models)
- Designed for hazardous locations (Class 1 Div. 2/Zone 2)



Features

High Performance Network Switching Technology

- 10/100BaseT(X) auto-negotiation and auto-MDI/MDI-X supported
- Multi mode, single mode with SC or ST connector available

Industrial-grade Reliability

- Link Fault Pass-Through (LFP)
- Power failure, port break alarm by relay output
- Redundant power inputs

Industrial Rugged Design

- Regular (0 to 60°C) and extended (-40 to 75°C) operating temperature models available
- DIN-Rail or panel mounting ability
- Long-haul transmit distance of 40 km or 80 km
- Designed for hazardous locations (Class 1 Div. 2/Zone 2)

Recommended Accessories

- DR series DIN-Rail 24 VDC power supplies

Introduction

IMC-101 industrial media converters provide industrial grade media conversion between 10/100BaseT(X) and 100BaseFX. IMC-101's reliable industrial design is excellent for keeping your industrial automation applications running continuously, and each IMC-101 converter comes with a relay output warning alarm to help prevent damage and loss. IMC-101 media converters are designed for harsh

industrial environments, such as in hazardous locations (Class 1 Division 2/Zone 2, DNV, and GL Certification), and comply with FCC, T ÜV, UL, and CE standards. The IMC-101 series is available in models that support an operating temperature of 0 to 60°C, and an extended operating temperature of -40 to 75°C. All IMC-101 series are subjected to a 100% burn-in test.

Specifications

Technology

Standards: IEEE802.3, 802.3u

Interface

RJ45 ports: 10/100BaseT(X)

Fiber ports: 100BaseFX (SC/ST connectors)

LED Indicators: PWR1, PWR2, FAULT, 10/100M (TP port), 100M (Fiber port), FDX/COL (Fiber port)

DIP Switches: 100BaseFX Full/Half duplex selection, port break alarm mask

Alarm Contact: One relay output with current carrying capacity of 1A @ 24 VDC

Optical Fiber

Distance:

- Multi mode: 0 to 5 km, 1300 nm (50/125 µm, 800 MHz*km)
0 to 4 km, 1300 nm (62.5/125 µm, 500 MHz*km)
- Single mode: 0 to 40 km, 1310 nm (9/125 µm, 3.5 PS/(nm*km))
0 to 80 km, 1550 nm (9/125 µm, 19 PS/(nm*km))

Min. TX Output:

- Multi mode : -20 dBm
- Single mode: 0 to 40 km, -5 dBm
0 to 80 km, -5 dBm

Max. TX Output:

- Multi mode: -14 dBm
- Single mode: 0 to 40 km, 0 dBm
0 to 80 km, 0 dBm

RX Sensitivity: -34 to -30 (Multi), -36 to -32 (Single)

Power

Input Voltage: 24 VDC (12 to 48 VDC), Redundant inputs

Input Current (@24V): 0.2A

Connection: Removable Terminal Block

Overload Current Protection: 1.1A

Reverse Polarity Protection: Present

Mechanical

Casing: IP30 protection, metal case

Dimensions (W x H x D): 53.6 x 135 x 105 mm
2.11 x 5.31 x 4.13 in.

Weight: 630 g

Installation: DIN-Rail or Wall Mounting (optional kit)

Environmental

Operating Temperature: 0 to 60°C (32 to 140°F),
-40 to 75°C (-40 to 167°F) for T models

Storage Temperature: -40 to 85°C (-40 to 185°F)

Ambient Relative Humidity: 5 to 95% (non-condensing)

Regulatory Approvals

Safety: UL508, UL60950-1, CSA C22.2 No. 60950-1, EN60950-1

Hazardous location:

UL/cUL Class1, Division 2, Groups A, B, C, and D
ATEX Class1, Zone 2, EEx nC IIC (03CA24537)

Maritime: GL, DNV

EMI: FCC Part 15, CISPR (EN55022) class A

EMS: EN61000-4-2 (ESD), level 3

EN61000-4-3 (RS), level 3

EN61000-4-4 (EFT), level 3

EN61000-4-5 (Surge), level 3

EN61000-4-6 (CS), level 3

EN61000-4-8

EN61000-4-11

Shock: IEC60068-2-27

Freefall: IEC60068-2-32

Vibration: IEC60068-2-6

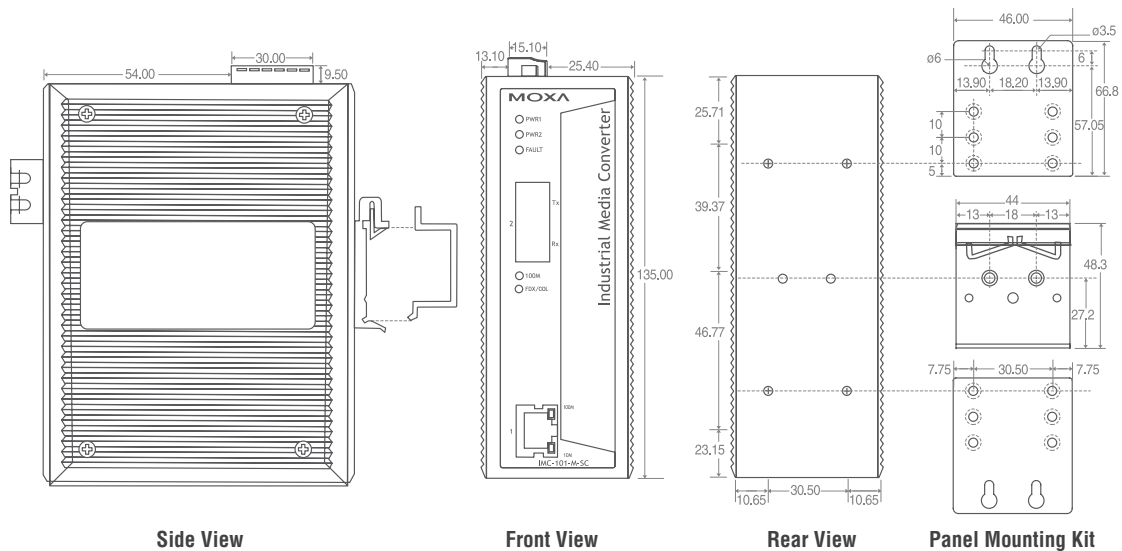
MTBF: 401,000 hrs

Data Base: MIL-HDBK-217F: GB 25°C

Warranty

5 years

Dimensions (unit = mm)



Ordering Information

IMC-101-A-BB-CC-D

Ordering Code Definition	Fiber Port	FO Connector	Single Mode Distance	Operating Temperature
	M: Multi Mode S: Single Mode	SC: SC Connector ST: ST Connector	80: 80 km	T: Operating Temp. -40 to 75°C (Standard Models: 0 to 60°C)
Available Models	Standard: <ul style="list-style-type: none"> IMC-101-M-SC IMC-101-M-ST IMC-101-S-SC 		Long-Haul: <ul style="list-style-type: none"> IMC-101-S-SC-80 	Wide Temperature: <ul style="list-style-type: none"> IMC-101-M-SC-T IMC-101-M-ST-T IMC-101-S-SC-T IMC-101-S-SC-80-T
Optional Accessories	<ul style="list-style-type: none"> DR-4524: 45W/2A DIN-Rail 24 VDC Power Supply, 85 to 264 VAC input DR-75-24: 75W/3.2A DIN-Rail 24 VDC Power Supply, 85 to 264 VAC input DR-120-24: 120W/5A DIN-Rail 24 VDC Power Supply, 88 to 132 VAC/176 to 264 VAC input by switch WK-46: Wall Mounting Kit 			